

ADSORPSI KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KLUWAK

(*Pangium edule*) TERHADAP PENURUNAN FENOL



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelas Sarjana (S1)
Sains Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

ABDUL RAHMAN ARIF

NIM: 60500110002

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN

MAKASSAR

2014

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, September 2014

Penyusun,

Abdul Rahman Arif
NIM: 60500110002



PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “**Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (*Pangium edule*) Terhadap Penurunan Fenol**”, yang disusun oleh Abdul Rahman Arif, NIM: 60500110002, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari senin, tanggal 15 September 2014 bertepatan tanggal 20 Dzulqa’dah 1435 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 15 September 2014
20 Dzulqa’dah 1435 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Muhammad Halifah Mustamin, M.Pd ()
Sekretaris	: Dr. Andi Suarda, S.Pt, M.Si ()
Munaqisy I	: Maswati Baharuddin, S.Si, M.Si ()
Munaqisy II	: Aisyah, S.Si, M.Si ()
Munaqisy III	: Dra. Susmihara, M.Pd ()
Pembimbing I	: H. Asri Saleh, ST., M.Si ()
Pembimbing II	: Jawiana Saokani, S.Si, M.Pd ()

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,

Dr. Muhammad Halifah Mustamin, M.Pd
NIP. 19710412 200003 1 001

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Segala puji bagi Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga Skripsi dengan judul “Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (*Pangium edule*) Terhadap Penurunan Fenol”, ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, utamanya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. A. Qadir Gassing HT, M.S, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Bapak Dr. Muhammad Khalifah Mustami, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Ibu Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Makassar dan penguji I yang berkenan memberikan kritik dan saran kepada penulis.
4. Ibu Syamsidar HS, ST, M.Si selaku Sekertaris Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Makassar yang berkenan mengarahkan kami untuk terus berusaha.
5. Bapak H. Asri Saleh, ST, M.Si selaku pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing dari awal penelitian hingga akhir penyusunan skripsi.
6. Ibu Jawiana Saokani, S.Si, M.Pd selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing dari awal penelitian hingga akhir penyusunan skripsi.

7. Ibu Aisyah, S.Si, M.Si selaku penguji II dan dan Ibu Dra. Susmihara, M.Pd selaku penguji III yang senantiasa memberikan kritik dan saran bagi penulis.
8. Segenap Dosen Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.
9. Para Laboran Jurusan Kimia, K Awaluddin Ip, S.Si, K Ahmad Yani, S.Si, K Andi Nurahma, S.Si, K Fitri Azis, S.Si., S.Pd dan K Ismawanti, S.Si terima kasih banyak atas bantuannya.
10. Kedua Orang Tua tersayang (Muh Arif dan Syarifah), Adek dan kakakku atas doa dan kesabarannya serta dukungan materil dan spiritual kepada penulis. Semoga Allah SWT memberikan kesehatan dan menjaga mereka.
11. Saudara (i) ku di Kimia 2010 terkhusus Hikmah, Rijal, Aw, Kiky, Uphie, Afri dan Subhan. Sahabat-sahabatku Rahmat, Kina, Ayha, Endang, Sri, Difa, Ekha, Rhara, Imam dan Irsan. Bantuan dari senior-senior dan juga junior angkatan 2012 dan 2013 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa di ucapkan satu persatu, terima kasih atas semuanya.
12. Rekan penelitian saya (Astria Abdullah) yang senantiasa menemani dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.

Akhir kata Penulis, semoga Skripsi ini bermanfaat bagi Penulis dan bagi pembaca umumnya.

Wassalamu 'alaikum wr. wb

Makassar, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv-v
DAFTAR ISI	vi-vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x-xi
BAB I PENDAHULUAN	1-6
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	5
C. TUJUAN PENELITIAN	5
D. MANFAAT PENELITIAN	5
BAB II TINJAUAN TEORITIS	7-25
A. KLUWAK	7
B. KARBON AKTIF	10
C. ADSORPSI	13
D. ISOTERM ADSORPSI	17
E. FENOL	20
F. SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS	23
BAB III METODE PENELITIAN	26-30
A. WAKTU DAN TEMPAT	26
B. ALAT DAN BAHAN	26
C. PROSEDUR PENELITIAN	26
D. ANALISA DATA	29

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31-44
A. HASIL PENELITIAN	31
B. PEMBAHASAN	37
BAB V PENUTUP	45
A. KESIMPULAN	45
B. SARAN	45
KEPUSTAKAAN	46-49
LAMPIRAN-LAMPIRAN	50-65
RIWAYAT HIDUP	66



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 M A K A S S A R

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1. Komposisi Kimia Tempurung Kluwak	9
Tabel 4. 1. Efisiensi Penyerapan dan Kapasitas Adsorpsi Fenol	31
Tabel 4. 2. Kadar Air Karbon Aktif	33
Tabel 4. 3. Fenol Teradsorpsi Oleh Karbon Aktif Tempurung Kluwak	34
Tabel 4. 4. Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich	35



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Kluwak	8
Gambar 2. 2. Fenol	20
Gambar 2. 3. Rangkaian Alat Spetrofotometer UV-Vis	25
Gambar 4. 1. Efisiensi Penurunan Fenol	32
Gambar 4. 2. Kapasitas Adsorpsi Fenol	33
Gambar 4. 3. Penurunan Konsetrasi Fenol	35
Gambar 4. 4. Isoterm Langmuir Aktivator Na_2CO_3	36
Gambar 4. 5. Isoterm Freundlich Aktivator Na_2CO_3	37

ABSTRAK

Nama : Abdul Rahman Arif

Nim : 60500110002

Judul : Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak Terhadap Penurunan Fenol

Konsentrasi fenol yang relatif meningkat dengan seiring bertambahnya industri yang menghasilkan fenol mengakibatkan tingkat pencemaran fenol di perairan meningkat pula, untuk itu perlu penanganan limbah khususnya limbah fenol. Salah satu cara mengolah limbah fenol adalah proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif. Tempurung kluwak dapat digunakan sebagai media pembuatan karbon aktif untuk menurunkan senyawa organik khususnya fenol karena tempurung kluwak mengandung unsur karbon sehingga berpotensi sebagai karbon aktif. Proses karbonisasi dilakukan dengan cara klim drum sedangkan aktivator yang digunakan adalah asam phosphat (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH) dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Penentuan konsentrasi fenol terlarut menggunakan spektrofotometer UV-Vis kemudian di uji dengan persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan fenol terbesar didapatkan oleh karbon aktif dengan aktivator kalium hidroksida (KOH) pada dosis karbon 1,5 gram yaitu sebesar 91,97 % dengan konsentrasi awal fenol 300 mg/L.

Kata kunci: Tempurung Kluwak, Karbon Aktif, Adsorpsi, Fenol

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

ABSTRACT

Name : Abdul Rahman Arif

Reg. Number : 60500110002

Title : Adsorption of Activated Carbon from Pangium Edule in Decreasing Phenol

Relative concentration of phenol was increased with concomitant increase in the industry that produced phenol. It caused by level of phenol contamination in water rise was increased also. It was needed waste handling specially for phenol waste. One of way in processed phenol waste was adsorption processed by using activated carbon. Pangium edule could be use as media of making activated carbon to decrease organic compounds specially for phenol because pangium edule contained the element of carbon that was potential as activated carbon. Carbonization process was conducted by drum clamp while activation that used was acid phosphate (H_3PO_4), calium hydroxide (KOH) and natrium carbonat (Na_2CO_3). The determination of phenol concentration dissolved used spectrophotometer UV-Vis and then was tested with the Langmuir isotherm equation and Freundlich. The result of research shown that the largest of phenol removal effeciency of activated carbon obtained by activated carbon with activator calium hydroxide (KOH) on carbon doses 1,5 gram was 91,97% with phenol opening 300 mg/L.

Keyword: *Pangium Edule, Activated Carbon, Adsorption, Phenol*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri yang diharapkan dapat memudahkan kehidupan ternyata membawa dampak yang begitu besar berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut diakibatkan karena adanya limbah yang tidak ditangani secara baik. Pada umumnya industri membuang limbahnya ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran yang dapat merusak ekosistem perairan dan yang paling membahayakan adalah bagi manusia yang tinggal di sepanjang aliran sungai yang menggunakan air sungai tersebut sebagai kebutuhan hidup.¹

Fenol dan turunannya merupakan salah satu limbah organik yang keberadaannya di dalam air perlu dipantau, karena senyawa ini termasuk ke dalam kategori limbah yang beracun terhadap pernafasan dan menyebabkan iritasi pada kulit, terutama pada jaringan tubuh. Limbah ini dihasilkan oleh industri kokas, cat, kayu, bahan-bahan logam dan petroleum. Kandungan fenol dalam limbah industri dapat menjadi sumber pencemar yang serius bila masuk ke dalam suatu lingkungan perairan. Standar maksimal kadar fenol dalam limbah industri yaitu sebesar 1 ppm.²

¹Zultiniar dan Silvia Reni Yenti, “Adsorpsi Fenol dengan Adsorben Kitin”, *J. Pilar Sains*, vol. 11, no. 1 (2011): h, 38.

²Khairunisa, Ratna, “Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air”. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 10, no. 1 (2008): h, 20.

Allah SWT berfirman dalam Surat Al-A'raaf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya:

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.³

Ayat ini melarang manusia melakukan kerusakan di muka bumi ini. Pengrusakan adalah salah satu bentuk pelampauan batas, karena ayat ini melanjutkan tuntunan ayat yang lalu dengan menyatakan; dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi, sesudah perbaikannya yang dilakukan oleh Allah dan atau siapapun dan berdoalah serta beribadahlah kepada-Nya dalam keadaan takut sehingga kamu lebih khusyu' dan lebih terdorong untuk menaatinya dan dalam keadaan penuh harapan terhadap anugrah-Nya termasuk pengabulan doa kamu. Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada al-muhsinin yakni orang-orang yang berbuat baik. Alam raya telah diciptakan Allah S.W.T dalam keadaan yang sangat harmonis, serasi dan memenuhi kebutuhan makhluk. Allah telah menjadikannya baik, bahkan memerintahkan hamba-hambaNya untuk memperbaikinya. Merusak setelah diperbaiki jauh lebih buruk daripada merusaknya sebelum diperbaiki atau pada saat dia buruk. Karena itu, ayat ini secara tegas menggaris bawahi larangan tersebut, walaupun tentunya kerusakan atau merusak yang baik juga amat tercela.⁴

³Departemen Agama RI, “*Al-Qur'an Tajwid dan Terjemahnya*” (Jakarta, PT Assyamil Media: 2006), h. 626.

⁴M. Quraish Shihab, “*Tafsir Al-Misbah (Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an)* volume V”, (Lentera Abadi: Jakarta, 2010), h. 123-124.

Berdasarkan ayat di atas maka salah satu cara pengolahan limbah organik yaitu dengan teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif sebagai adsorben, karena memiliki kemampuan adsorpsi yang sangat baik, memiliki distribusi pori-pori yang merata, mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang akan dipisahkan baik secara kimia maupun secara fisika. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, kulit biji kopi, kulit biji jambu mete, batu bara, serabut kelapa, tempurung kelapa dan tempurung kluwak.⁵

Pada penyerapan karbon aktif terjadi proses adsorpsi yaitu suatu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh bagian permukaan dari karbon aktif tersebut. Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat dan kegunaan dari karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik.⁶

Industri pembuatan karbon aktif di Indonesia telah mengalami kemajuan yang cukup pesat, hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya permintaan pasar baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Peningkatan kebutuhan karbon aktif ini disebabkan karena semakin banyaknya aplikasi karbon aktif yang diterapkan pada industri. Pada umumnya karbon aktif digunakan pada industri obat-obatan, makanan, minuman, pemurnian air, farmasi dan kimia. Dengan permintaan yang semakin meningkat tersebut maka mendorong para peneliti untuk mencari bahan alternatif lain yang dapat dijadikan sebagai karbon aktif.⁷

⁵Nurhasni, Florentinus Firdiyono dan Qosim Sya'ban, "Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif". *Valensi*, vol. 2, no. 4 (2012): h, 517.

⁶Mifbakhuddin,"Uji Kemampuan Tempurung Kluwak Sebagai Karbon Aktif Untuk menurunkan Konsentrasi Fenol", *Eksplanasi*, vol. 5, no. 2 (2010): h, 6.

⁷Gilar S. Pambayun, Remigius Y. E. Yulianto, M. Rachimoellah dan Endah M. M Putri, "Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah".h, 116.

Tempurung kluwak merupakan salah satu biomassa yang mengandung kadar karbon cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai karbon aktif. Karbon aktif dari tempurung kluwak ini dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan konsentrasi fenol. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada dosis karbon aktif sebesar 1 gram dengan konsentrasi fenol 100 mg/L dapat menurunkan konsentrasi fenol sebesar 96,58% dari konsentrasi fenol sebelumnya⁸. Pada penelitian Rio Latifan (2012) dengan menggunakan tempurung kluwak sebagai karbon aktif terhadap konsentrasi fenol didapatkan efisiensi penyerapan fenol sebesar 92,15% dengan menggunakan aktivator KOH. Pada penelitian Ari Dwi Putranto (2006) tentang pemanfaatan kulit biji mete untuk arang aktif sebagai adsorben terhadap penurunan parameter fenol di dapatkan efisiensi penyerapan fenol sebesar 98,50% pada konsentrasi 300 mg/L dengan menggunakan aktivator $ZnCl_2$. Di samping itu pula Fithrianita Juliandini (2008) telah melakukan penelitian tentang uji kemampuan karbon aktif dari limbah kayu dalam sampah kota untuk penyisihan fenol dan diperoleh efisiensi penuruna fenol sebesar 99%.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukanlah penelitian tentang tentang adsorpsi senyawa fenol dengan menggunakan karbon aktif dari tempurung kluwak (*Pangium edule*). Pada penelitian ini digunakan limbah fenol karena limbah ini banyak terdapat pada industri-industri yang ada di Makassar, khususnya pada daerah Kawasan Industri Makassar (KIMA). Dipilihnya karbon aktif dari tempurung kluwak karena berdasarkan penelitian sebelumnya tempurung dari tanaman ini memiliki kemampuan untuk menurunkan parameter senyawa organik khususnya fenol pada limbah cair industri.

⁸Siti Sahraeni, "Oksidasi Partial sebagai Proses Karbonisasi pada Pembuatan Biobriket dari Tempurung Kluwak". *Media Perspektif*, vol. 11, no. 1 (2011): h, 44.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana persentase kemampuan karbon aktif tempurung kluwak (*Pangium edule*) dalam mengadsorpsi fenol ?
2. Bagaimana pengaruh variasi aktivator dan massa dari karbon aktif tempurung kluwak (*Pangium edule*) dalam menurunkan konsentrasi fenol ?
3. Bagaimana model isoterm adsorpsi yang sesuai untuk pengolahan fenol menggunakan karbon aktif dari tempurung kluwak (*Pangium edule*) ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan kemampuan karbon aktif tempurung kluwak (*Pangium edule*) dalam mengadsorpsi fenol.
2. Mengetahui pengaruh variasi massa dari karbon aktif tempurung kluwak (*Pangium edule*) dalam menurunkan konsentrasi fenol.
3. Menentukan model isotherm adsorpsi yang sesuai untuk pengolahan fenol menggunakan karbon aktif dari tempurung kluwak (*Pangium edule*).

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada peneliti tentang pemanfaatan tempurung kluwak (*Pangium edule*) sebagai karbon aktif untuk menurunkan parameter fenol.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang solusi penanganan limbah cair pada industri yang mengandung fenol.

3. Memberikan informasi kepada bangsa dan negara tentang pengolahan limbah cair industri khususnya limbah fenol dengan menggunakan karbon aktif dari tempurung kluwak (*Pangium edule*)



BAB II

TINJAUAN TEORITIS

A. Kluwak (*Pangium edule*)

Kepayang atau yang sering disebut dengan kluwak (*Pangium edule*) adalah tumbuhan liar yang tumbuh di Melanesia dan Asia Tenggara, termasuk juga Indonesia. Tumbuhan ini menyebar di dataran rendah hingga daerah perbukitan, tinggi pohon mencapai 25 meter, daunnya sangat besar dan berbentuk bulat dengan ujung runcing. Bunga berwarna putih dengan ukuran 4 cm, buahnya memiliki kulit tebal dengan ukuran 10-20 cm serta daging buah berwarna kekuningan.⁹

Kayu batang pohon kepayang tidak keras tetapi ulet sehingga sering digunakan sebagai batang korek api. Seluruh bagian dari pohon kepayang mengandung asam sianida (HCN) yang sangat beracun. Setiap biji buah terbalut daging buah berwarna kuning. Buah yang berukuran besar mengandung biji yang jumlahnya dapat mencapai 300 biji sedangkan buah yang berukuran kecil mengandung sekitar 12 buah. Untuk menggambarkan bentuk biji buah ini agak sulit, namun biji kepayang telah lama dikenal dan dilihat yaitu yang disebut dengan kluwak yang inti bijinya antara lain sebagai bahan bumbu suatu masakan sayuran. Biji buah kepayang berkulit luar yang keras yang disebut dengan tempurung atau cangkang. Tempurung biji kepayang berwarna coklat dengan garis-garis menonjol dan melingkar indah. Biji kepayang mengandung inti berwarna putih dan keras, dimana antara biji dengan tempurung dibatasi oleh selaput tipis berwarna coklat.¹⁰

⁹Utut Wijanarko. “Nilai Kalor Minyak Nabati dari Buah Kepayang” (2013): h, 4.

¹⁰Hatta Sunanto, *Budidaya Pucung Usaha Produksi Kluwak dan Minyak Bumi* (Cet. I, Yogyakarta: Kanisius, 1993), h. 15-18.

Adapun klasifikasi kluwak, yaitu:¹¹

Kingdom : Plantae
 Divisio : Spermatophyta
 Sub Devisio : Angispermae
 Kelas : Dikotiledoneae
 Bangsa : Cistale
 Suku : Flacourtiaceae
 Genus : *Pangium*
 Spesies : *Pangium edule*



Gambar 2. 1. Kluwak (*Pangium edule*)

¹¹Haniffudin Nurdiansyah dan Diah susanti, “Pengaruh variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi EDLC”. *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no.1 (2013): h. 1.

Tabel 2. 1. Komponen kimia tempurung kluwak, yaitu:¹²

Komponen Kimia	Kandungan (%)
Hemiselulosa	40,99
Selulosa	70,52
Lignin	27,88
Pentosan	16,89
Abu	1,38
Air	5,64

Tempurung kluwak merupakan bahan organik yang selalu terdiri dari beberapa komponen berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan senyawa organik dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang terdapat pada dinding sel dan berfungsi untuk mengokohkan struktur. Sedangkan hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit D-glukosa, L-Arabiosa dan D-xilosa yang mengisi ruang antara serat selulosa didalam dinding sel tumbuhan. Dengan demikian hemiselulosa adalah matrix pengisi serat selulosa. Selain selulosa dan hemiselulosa pada tumbuhan juga terdapat lignin yang merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks dan berstruktur amorf. Lignin juga merupakan polimer dengan berat molekuler yang tinggi dengan struktur yang bervariasi. Lignin berfungsi sebagai pengikat untuk sel-sel yang lain dan juga memberikan kekuatan.¹³

¹²Siti Sahraeni, "Oksidasi Partial Sebagai Proses Karbonisasi Pada Pembuatan Biobriket Dari Tempurung Kluwak", h. 44.

¹³Haniffudin Nurdiansyah dan Diah susanti, "Pengaruh variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi EDLC", h. 10.

B. Karbon Aktif

1. Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan padatan yang berpori dimana mengandung karbon sekitar 85% - 95%. Bahan-bahan yang mengandung karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara memanaskan pada suhu tinggi sehingga pori-pori pada karbon aktif tersebut dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Karbon aktif dapat ditingkatkan daya adsorpsinya melalui proses aktivasi, dimana pada proses ini terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Di samping itu pada proses aktivasi juga terbentuk pori-pori baru karena adanya pengikisan atom karbon melalui pemanasan. Pada karbon aktif bubuk, semakin luas permukaan pori adsorben maka daya adsorpsinya juga akan semakin besar. Karbon aktif dengan luas permukaan yang luas dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau, pemurni dalam industri, proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah.¹⁴

2. Sifat Adsorpsi Karbon Aktif

Sifat adsorpsi yang khas dari karbon aktif secara signifikan dipengaruhi oleh gugus-gugus fungsi, dimana oksigen yang paling dominan membentuk gugus fungsional seperti karbonil dan hidroksil. Karbon aktif biasanya terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan kovalen, dengan demikian permukaan karbon aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga adalah faktor yang penting karena struktur pori berhubungan dengan luas

¹⁴Rosita Idrus, Boni Pahanop Lapanoro dan Yoga Satria Putra, "Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa". h, 50-51.

permukaan, sebab semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaan semakin besar. Daya adsorpsi dapat ditentukan dengan luas permukaan partikel dan kemampuan adsorpsinya akan semakin baik jika dilakukan aktivasi dengan menggunakan aktivator bahan kimia ataupun dapat melalui pemanasan dengan suhu tinggi.¹⁵

Senyawa yang mudah terserap karbon aktif umumnya memiliki nilai kelarutan yang lebih kecil daripada karbon aktif. Kontaminan dapat masuk ke dalam pori-pori karbon aktif dan terakumulasi di dalamnya, apabila kontaminan terlarut di dalam air dan ukuran pori kontaminan lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pori karbon aktif.¹⁶

Bahan kimia yang dipergunakan dalam proses aktivasi yaitu bahan yang akan menempel pada permukaan karbon aktif. Bahan kimia tersebut antara lain zink klorida (ZnCl_2), asam posphat (H_3PO_4), kalsium klorida (CaCl_2), natrium klorida (NaCl) dan lain sebagainya. Sebelum ditambahkan bahan kimia sebagai aktivator, karbon tersebut masih kaku dan belum dapat disebut sebagai karbon aktif. Kualitas karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan baku, bahan pengaktifan dan cara pembuatannya.¹⁷

¹⁵Teguh Wirawan, "Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif dari Tempurung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*)". *Mulawarman Scientifie*, vol. 11, no. 1 (2012): h. 20-21.

¹⁶Isna Syauqiah, Mayang Amalia dan Hetty A. Kartini, "Penurunan Limbah Fenol dengan Menggunakan Arang Aktif Bagasse dan Tempurung Kelapa". *Info Teknik*, vol. 12, no.1 (2011): h. 14.

¹⁷Sani, "Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut". *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 5, no. 2 (2011): h. 401.

3. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum pembuatan karbon aktif berlangsung tiga tahap yaitu¹⁸:

a. Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku tersebut pada suhu 105 - 170 °C selama 18 - 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku.

b. Proses Karbonisasi

Proses ini dilakukan dengan cara pengubahan komposisi bahan baku yang mengandung karbon untuk memisahkan bahan non karbon yang terperangkap dalam bahan baku, sehingga sebagian besar yang tersisa dari bahan adalah karbon. Proses karbonisasi ini dilakukan pada suhu 450 - 750 °C. Selain bahan non karbon, sebagian karbon akan ikut menguap karena bahan non karbon terikat pada rantai karbon, yaitu berupa CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida) maupun hidrokarbon ringan yang berupa gas.

c. Proses Aktivasi

Proses Aktivasi adalah suatu perubahan fisika dimana permukaan karbon aktif menjadi jauh lebih banyak karena hidrokarbon yang terkandung dalam karbon dihilangkan. Untuk memperoleh karbon yang berpori dan luas permukaan yang besar dapat diperoleh dengan cara mengaktivasi bahan. Ada dua cara dalam melakukan proses aktivasi yaitu:

1. Aktivasi Fisika

Proses aktivasi ini dilakukan dengan mengalirkan aktivator dalam reaktor pada suhu tinggi. Aktivasi dengan uap air biasanya dilakukan pada suhu

¹⁸Rozanna, Sri Irianty, "Pembuatan Arang Aktif dari Arang Sisa Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia-Fisika", (2010): h, 2.

750 - 900 °C dan aktivasi dengan CO₂ (karbon dioksida) dilakukan pada suhu 850 - 1100 °C. Namun aktivasi dengan CO₂ (karbon dioksida) jarang dilakukan karena reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis sehingga lebih sulit untuk dikontrol. Proses ini harus mengontrol suhu, lama waktu aktivasi dan laju alir aktivator sehingga dihasilkan karbon aktif dengan susunan karbon yang padat dan memiliki pori-pori yang luas.

2. Aktivasi Kimia

Proses aktivasi ini dilakukan dengan cara merendam bahan baku pada bahan kimia seperti asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), asam fosfat (H₃PO₄), sianida (CN), kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), kalsium klorida (CaCl₂), kalsium fosfat (Ca(PO₄)₂), natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium sulfat (Na₂SO₄), zink klorida (ZnCl₂) dan natrium karbonat (Na₂CO₃) sebelum proses karbonisasi. Metode aktivasi kimia juga dapat dilakukan dengan merendam bahan baku yang telah dikarbonisasi.

C. Adsorpsi

1. Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana molekul-molekul gas atau cair diserap oleh suatu padatan dan terjadi secara reversibel. Pada proses adsorpsi terdapat dua komponen yaitu adsorbat sebagai zat yang diserap dan adsorben sebagai zat yang menyerap. Adsorben adalah padatan yang memiliki kemampuan menyerap fluida ke dalam bagian permukaannya sedangkan adsorbat dapat berupa bahan organik, zat warna dan zat pelembab. Keseimbangan adsorpsi terjadi apabila larutan dikontakkan dengan adsorben padat dan molekul dari adsorbat berpindah dari larutan ke padatan sampai konsentrasi adsorbat dilarutkan

dan padatan dalam keadaan setimbang. Dalam mengukur kesetimbangan adsorpsi dapat dilakukan dengan cara pengukuran konsentrasi adsorbat larutan awal dan pada saat terjadi kesetimbangan, dimana model kesetimbangan yang sering digunakan pada sistem adsorpsi adalah model isotherm Freundlich dan Langmuir.¹⁹

Adsorpsi merupakan suatu fenomena yang berkaitan erat dengan permukaan dimana terlibat interaksi antara molekul-molekul cairan atau gas dengan molekul padatan. Interaksi ini terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul yang menutupi permukaan. Kapasitas adsorpsi dari karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan yang mungkin dapat digunakan untuk mengadsorpsi.²⁰

Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau cair memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam. Kesetimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat dan cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya.²¹

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

¹⁹Zultiniar, Desi Heltina, “Kesetimbangan Adsorpsi Senyawa fenol dengan Tanah Gambut” (2010): h, 3.

²⁰Asbahani, “Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur”. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, vol. 13, no. 1 (2013): h, 106.

²¹Sudarja, Novi Caroko, “Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol”. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, vol. 14, no. 1 (2012): h, 51.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu²²:

a. Sifat Adsorben

Karbon aktif merupakan adsorben yang berpori yang terdiri dari unsur karbon bebas dan berikatan secara kovalen serta bersifat non polar pada permukaannya. Di samping itu struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaan semakin besar sehingga kecepatan adsorpsi akan bertambah.

b. Sifat Serapan

Karbon aktif tersebut memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi senyawa-senyawa yang berbeda-beda, dimana adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dan struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa yang diserap.

c. pH (Derajat Keasaman)

Pada asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam mineral, hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut, sedangkan bila pH asam organik dinaikkan dengan penambahan alkali maka adsorpsi akan berkurang dan akibatnya akan terbentuk garam.

²²Teguh Wirawan, "Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif dari Tempurung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*)", h, 22-23.

d. Waktu Kontak

Apabila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan maka akan dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan, dimana waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon aktif yang digunakan. Di samping itu pengadukan juga dapat mempengaruhi waktu kontak karena pengadukan ini dimaksudkan untuk dapat memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersentuhan dengan senyawa yang diserap.

Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia maupun fisika. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida baik cairan maupun gas terikat pada permukaan padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut.²³

3. Jenis-jenis Adsorpsi

Proses adsorpsi pada umumnya dapat dibagi menjadi 2 yaitu:²⁴

a. Adsorpsi Fisika

b. Adsorpsi Kimia

a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika merupakan proses penyerapan dimana daya tarik gaya Van Der Waals atau gaya tarik yang lemah dengan molekul menarik bahan terlarut dari larutan adsorbat ke dalam permukaan adsorben sehingga molekul yang teradsorpsi

²³Isna Syauqiah, Mayang Amalia dan Hetty A. Kartini, “Penurunan Limbah Fenol dengan Menggunakan Arang Aktif Bagasse dan Tempurung Kelapa”, h, 12.

²⁴Cahyono, Ari Dwi dan Tuhi Agung R, “Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Fenol dan Klorofenol dalam Perairan”. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 4, no.1 (2010): h, 4.

bebas bergerak di sekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap dengan adsorben itu.

b. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia merupakan penyerapan yang bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada penyerapan fisika, dimana ikatan adsorbat biasanya terjadi tidak lebih dari satu lapisan. Pada umumnya bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari satu permukaan ke permukaan lainnya sehingga menyebabkan terbentuknya suatu lapisan pada permukaan adsorben yang memiliki sifat kimia lain sebagai akibat adanya reaksi adsorbat dengan adsorben.

D. Isoterm Adsorpsi

Adsorpsi pada umumnya disangkut pautkan dengan isoterm adsorpsi. Secara umum isoterm adsorpsi diartikan sebagai fungsi konsentrasi zat terlarut yang terjerap pada padatan terhadap konsentrasi larutan. Tipe isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi. Adsorpsi fase cair-padat pada umumnya mengikuti tipe isoterm Freundlich dan Langmuir.

1. Isoterm Adsorpsi Freundlich

Pendekatan isoterm adsorpsi yang umum digunakan dijelaskan oleh Freundlich, jika y adalah berat zat terlarut per gram adsorben dan c adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Dari konsep tersebut dapat diturunkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{x_m}{m} = k \cdot C^{1/n}$$

$$\log \left(\frac{x}{m} \right) = \log k + \frac{1}{n} \cdot \log C$$

Dimana:

X_m = berat zat yang diadsorpsi

m = berat adsorben

C = konsentrasi zat

Kemudian k dan n adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log x/m$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung.²⁵

Isoterm Freundlich didasarkan pada pendapat bahwa adsorben memiliki permukaan heterogen dan tiap molekul mempunyai potensi penyerapan yang berbeda-beda serta pendapat bahwa adsorpsi terjadi secara multilayer pada permukaan adsorben sehingga persamaan isoterm Freundlich sering digunakan dalam penetapan praktis karena umumnya memberikan korelasi yang memuaskan.²⁶

2. Isoterm Adsorpsi Langmuir

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben.

²⁵Murni Handayani, Eko Sulistiyono, "Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit" (2009): h, 132

²⁶Ratih Langgenati dkk, "Pengaruh Jenis Adsorben dan Konstrasi Uranium terhadap Pemungutan Uranium dari Larutan Uranil nitrat ". Jurnal Teknik Bahan Nuklir, vol. 8, no. 2 (2012): h, 97.

Isoterm Langmuir merupakan proses adsorpsi yang berlangsung secara kimisorpsi satu lapisan. Kimisorpsi adalah adsorpsi yang terjadi melalui ikatan kimia yang sangat kuat antara tapak aktif permukaan dengan molekul adsorbat dan dipengaruhi oleh densitas elektron. Adsorpsi satu lapisan terjadi karena empat ikatan kimia biasanya bersifat spesifik, sehingga permukaan adsorben dapat mengikat adsorbat dengan ikatan kimia.²⁷

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi sebagai berikut:

$$W = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot c}{1 + \beta \cdot c}$$

Konstanta α dan β dapat ditemukan dari kurva hubungan $\frac{c}{W}$ terhadap c dengan persamaan:

$$\frac{c}{W} = \frac{1}{\alpha\beta} + \frac{1}{\alpha} c$$

Keterangan:

W = massa adsorbat yang teradsorpsi pergram adsorben

c = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (ppm)

α, β = konstanta empiris.²⁸

²⁷Murni Handayani, Eko Sulistiyono, “Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit”, h, 132.

²⁸P.W. Atkins, “*Kimia Fisika jilid 2 edisi keempat*”, Jakarta: Erlangga, 1996, h.438-439.

E. Fenol (C_6H_5OH)

1. Pengertian Fenol

Senyawa fenol meliputi aneka ragam senyawa yang berasal dari tumbuhan yang mempunyai ciri sama yaitu cincin aromatik. Senyawa fenol cenderung mudah larut dalam air karena umumnya seringkali berikatan dengan gula sebagai glukosida dan biasanya terdapat dalam vakuola sel. Semua senyawa fenol berupa senyawa aromatik sehingga semuanya menunjukkan serapan kuat di daerah spektrum UV.²⁹



Gambar 2. 2. Fenol (C_6H_5OH)

Fenol merupakan senyawa organik yang berbentuk kristal dan tidak berwarna dengan berat molekul 94,11 g/mol, titik leleh 43 °C dan titik didih 182 °C. Larutan fenol di dalam air akan membentuk *partially miscible*, yaitu larutan yang pada lapisan atasnya kaya akan air sedangkan lapisan bawahnya kaya akan fenol. Selain itu, fenol juga larut dalam pelarut organik seperti senyawa hidrokarbon aromatik, alkohol, eter, keton, asam dan haloalkana.³⁰

²⁹J. B. Harborne, *phytochemical methods*, terj. Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (Bandung: ITB, 1987), h. 47-49.

³⁰Khairunisa, Ratna, "Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air", h. 33.

Fenol adalah senyawa dengan suatu gugus -OH yang terikat pada cincin aromatik, gugus -OH merupakan aktivator kuat dalam substitusi aromatik elektrofilik. Meskipun ikatan C-O fenol tidak mudah patah, ikatan -OH mudah putus. Fenol dengan $P_{Ka}=10$ merupakan asam yang lebih kuat daripada alkohol atau air. Identifikasi fenol tidak melibatkan pemisahan ikatan C-O yang kuat dari fenol itu, hal ini bergantung pada pemisahan ikatan -OH.³¹

2. Limbah Fenol

Senyawa fenol merupakan jenis polutan yang berbahaya karena bersifat beracun. Senyawa fenol dalam perairan memiliki sifat racun terhadap organisme hidup. Fenol dikenal sangat reaktif terhadap jaringan tubuh manusia karena dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung dan tenggorokan. Fenol juga beracun terhadap sistem pernafasan dan dapat mengakibatkan rusaknya jaringan sistem saraf apabila termakan atau terhisap secara terus-menerus.³²

Fenol merupakan salah satu senyawa organik yang paling banyak digunakan dalam industri. Kebanyakan fenol merupakan hasil samping proses industri dan dianggap suatu senyawa yang tidak mudah terurai secara biologis sehingga dapat berakhir sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan.³³

Limbah industri berasal dari rangkaian proses produksi suatu industri dimana mengandung komponen yang berasal dari proses produksi tersebut dan

³¹Ralp J. Fessenden, Joan S. Fessenden, *Organic Chemistry*, terj. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, *Kimia Organik* (Edisi 3, Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1982), h. 485.

³²Dede Sukandar, Tri Heru Prihadi dan Ai Faziah Hayati, "Identifikasi dan Penentuan Kadar Senyawa Fenol pada Sedimen Tambak Di Kabupaten Sidoarjo" (2007): h, 164.

³³Luluk Edahwati, "Penurunan Limbah Phenol dengan Menggunakan Arang Aktif Bagasse dan Tempurung Kelapa". *Chemical Engineering* (2009): h, 1-2.

apabila dibuang ke lingkungan tanpa pengelolaan yang benar maka tentunya akan terjadi pencemaran pada perairan.³⁴

Komposisi dari limbah cair ini sangat bervariasi dan tergantung dari jenis industri. Secara umum kualitas limbah cair industri berbeda dengan limbah cair domestik. Sebagian besar bersifat biodegradable artinya bisa diurai secara biologis sedangkan limbah cair industri belum tentu, kecuali industri pertanian dan industri peternakan, akan tetapi limbah cair domestik maupun industri apabila tidak diolah dengan benar akan berdampak terhadap pencemaran lingkungan.³⁵

Fenol merupakan limbah cair industri kimia yang umumnya berasal dari industri petrokimia, industri penyulingan minyak, industri plastik, industri cat serta industri baja dan pestisida tetapi fenol dapat juga berupa bahan baku dan atau produk dari industri kimia tersebut. WHO sebagai badan organisasi kesehatan di PBB telah merekomendasikan kadar fenol yang diperbolehkan dalam air minum sebesar 0,001mg/L.³⁶

Sesuai dengan pandangan islam air merupakan salah satu kebutuhan makhluk hidup terutama manusia, sementara kuantitas air terbatas, maka manusia wajib menjaga dan melestarikan kekayaan yang amat berharga ini. Jangan sekali-kali melakukan tindakan-tindakan kontra produktif, yaitu dengan cara mencemarinya, merusak sumbernya dan lain-lain.

³⁴Sri Moertinah, "Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi". *Jurnal Riset*, vol. 2, no. 2 (2010): h. 105.

³⁵Rudi Nugroho, Ikbal dan Nurtya Sulasmi, "Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Uang Kertas (Utas) Menggunakan Proses Biologis Anaerob". *JAI*, vol. 4, no. 1 (2008): h. 28.

³⁶Anggit Restu P dkk, "Penurunan Kadar Phenol dengan Memanfaatkan Bagasse Fly Ash dan Chitin sebagai Adsorben" (2009): h. 1.

Bentuk-bentuk pencemaran air yang dimaksud oleh ajaran Islam di sini seperti kencing, buang air besar dan sebab-sebab lainnya yang dapat mengotori sumber air. Rasulullah saw bersabda:

... اتَّقُوا الْمَلْعِنَ الثَّلَاثَةَ الْبَرَّازَ فِي الْمَوَارِدِ وَقَارِعَةَ الطَّرِيقِ وَالظِّلَّ

Artinya:

Jauhilah tiga macam perbuatan yang dilaknat; buang air besar di sumber air, ditengah jalan, dan di bawah pohon yang teduh. (HR. Abu Daud)

Pencemaran air di zaman modern ini tidak hanya terbatas pada kencing, buang air besar, atau pun hajat manusia yang lain. Bahkan banyak ancaman pencemaran lain yang jauh lebih berbahaya dan berpengaruh dari semua itu, yakni pencemaran limbah industri, zat kimia, zat beracun yang mematikan, serta minyak yang mengenangi samudra.

F. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri adalah suatu cara suatu analisis yang didasarkan pada pengukuran intensitas sinar oleh spektrofotometer, sinar yang digunakan adalah sinar yang mempunyai panjang gelombang tunggal (monokromatik). Hukum yang mendasari analisis ini adalah hukum Lambert-Beer yang menyatakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi, tebal media dan sifat spesifik zat yang mengadsorpsi.³⁷

Penyerapan sinar UV-tampak oleh suatu molekul akan menyebabkan transisi di antara tingkat energi elektronik dari molekul. Berdasarkan hal ini, spektroskopi UV-tampak juga dikenal sebagai spektroskopi elektronik. Kegunaan utama spektrometri

³⁷Khairunisa, Ratna, “Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air”, h, 34.

UV tampak adalah untuk identifikasi jumlah ikatan rangkap atau konjugasi aromatik. Spektrum UV biasanya diukur dalam larutan sangat encer dengan syarat pelarut harus tidak menyerap pada λ dimana dilakukan pengukuran, agar tidak ada *back ground* atau serapan.³⁸

Spektrum UV atau tampak terdiri dari pita absorpsi lebar pada daerah panjang gelombang yang lebar. Ini disebabkan oleh terbaginya keadaan dasar dan keadaan tereksitasi sebuah molekul dalam subtingkat-subtingkat rotasi dan vibrasi. Karena berbagai transisi ini berbeda sedikit sekali, maka panjang gelombang absorpsinya juga berbeda sedikit dan menimbulkan pita lebar yang tampak dalam spektrum itu.³⁹

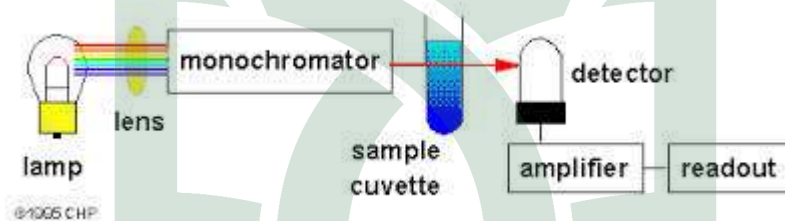
Spektrum tampak terentang dari sekitar 400 nm (ungu) sampai 750 nm (merah) sedangkan spektrum ultraviolet terentang dari 100 nm sampai 400 nm. Baik radiasi UV maupun radiasi cahaya tampak berenergi lebih tinggi daripada radiasi inframerah. Absorpsi cahaya ultraviolet atau cahaya tampak mengakibatkan transisi elektronik yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Panjang gelombang cahaya UV atau cahaya tampak bergantung pada mudahnya promosi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk promosi elektron akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul yang memerlukan energi yang lebih sedikit akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang.⁴⁰

³⁸Tri Panji. *Teknik Spektroskopi untuk Elusidasi Struktur Molekul* (Edisi I, Cet I, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012), h. 5-7.

³⁹Ralp J. Fessenden, Joan S. Fessenden, *Organic Chemistry*, terj. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, *Kimia Organik* (Edisi 3, Jilid 2, Jakarta: Erlangga, 1982), h. 436-438.

⁴⁰Ralp J. Fessenden, Joan S. Fessenden, *Organic Chemistry*, terj. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, *Kimia Organik* (Edisi 3, Jilid 2, Jakarta: Erlangga, 1982), h. 436-438.

Sumber radiasi untuk spektroskopi UV-Vis adalah lampu tungsten. Cahaya polikromatik UV akan melewati monokromator yaitu suatu alat yang paling umum digunakan untuk menghasilkan berkas radiasi dengan satu panjang gelombang. Monokromator radiasi UV, sinar tampak dan infra merah adalah sama yaitu mempunyai celah, lensa, cermin dan perisai. Wadah sampel umumnya disebut sel atau kuvet. Kuvet plastik dapat digunakan untuk spektroskopi sinar tampak. Radiasi yang melewati sampel akan ditangkap oleh detektor yang berguna untuk mendeteksi cahaya yang melewati sampel tersebut. Cahaya yang melewati detektor diubah menjadi arus listrik yang dapat dibaca melalui rekorder dalam bentuk transmitansi absorbansi atau konsentrasi.⁴¹



Gambar 2. 3. Rangkaian Alat Spektrofotometri UV-Vis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR

⁴¹Sumar Hendayana, dkk *Kimia Analitik Instrumen* (Bandung: IKIP, 1990), h. 162.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2014. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Anorganik dan Laboratorium Riset, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

B. Bahan dan Alat

1. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis, tanur, desikator, neraca analitik, shaker, grand size, klin drum, termometer, alat-alat gelas, bulp, botol semprot dan lain-lain.

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah aquabidest, aquadest (H_2O), asam fospat p.a (H_3PO_4) 5%, fenol p.a (C_6H_5OH), kalium hidroksida p.a (KOH) 5%, kertas pH universal, kertas saring whatman no. 42, natrium karbonat p.a (Na_2CO_3) 5% dan tempurung kluwak.

C. Prosedur Penelitian

1. Preparasi sampel

Sebanyak 4 kg tempurung kluwak dicuci bersih kemudian ukurannya diperkecil lalu dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 1 hari kemudian hasilnya digunakan sebagai sampel penelitian (Haniffudin Nurdiansyah dan Diah Susanti, 2013).

2. Pembuatan karbon

Proses pembuatan karbon dari tempurung kluwak (*Pangium edule*) dilakukan dengan cara tempurung kluwak (*Pangium edule*) dimasukkan ke dalam klin drum lalu dibakar. Pada bagian bawah tempat bahan bakar kemudian di atasnya ditempatkan tempurung kluwak yang akan diarangkan. Pada bagian bawah kaleng diberi 4-5 lubang untuk tempat masuknya oksigen pada waktu awal proses pembakaran dan bagian atas terdapat 1 lubang sebagai tempat keluarnya asap pembakaran. Kemudian hasil karbonisasi digerus hingga halus lalu diayak dengan menggunakan grand size hingga ukurannya 100 mesh (Nurhasni, Florentinus Firdiyono dan Qosim Sya'ban, 2012).

3. Aktivasi karbon aktif

Karbon tempurung kluwak (*Pangium edule*) yang telah dihaluskan di timbang sebanyak 50 g kemudian direndam ke dalam 500 mL aktivator asam phosphat (H_3PO_4) 5%, 50 g karbon aktif ke dalam 500 mL natrium karbonat (Na_2CO_3) 5% dan 50 g karbon aktif ke dalam 500 mL kalium hidroksida (KOH) 5% selama 24 jam kemudian dicuci dengan aquadest (H_2O) secara berulang-ulang hingga pH-nya mendekati netral. Kemudian dikeringkan dengan pemanasan dalam oven pada suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam dan karbon aktif siap digunakan untuk proses adsorpsi (Ari Dwi Putranto dan M. Razif, 2006)

4. Penentuan kadar air

Sebanyak 1 gram karbon ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Setelah itu, didinginkan dalam desikator dan

selanjutnya ditimbang sampai berat konstan. Dilakukan hal yang sama untuk karbon aktif dengan aktivator asam, basa dan garam (Esty Rahmawati dan Leny Yuanita, 2013).

5. Pengujian karbon aktif terhadap fenol

Karbon hasil aktivasi dengan aktivator yang berbeda dimasukkan ke dalam masing-masing 3 erlenmeyer dengan massa karbon aktif sebanyak 500 mg, 1000 mg dan 1500 mg kemudian masing-masing karbon aktif ditambahkan dengan 200 mL larutan fenol dengan konsentrasi 300 mg/L lalu di *shake* dengan kecepatan 200 rpm selama 1 jam, setelah itu didiamkan selama 30 menit hingga mengendap lalu disaring untuk memisahkan filtrat dan residunya kemudian diukur filtratnya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang (λ) 270,0 nm (Ari Dwi Putranto dan M. Razif, 2006).

6. Penentuan isoterm Langmuir dan Freundlich

Menghubungkan antara konsentrasi akhir dan massa karbon aktif tempurung kluwak untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dan menghubungkan C_e dan C_e/W untuk masing-masing jenis karbon sehingga didapatkan persamaan isoterm Langmuir sedangkan untuk mendapatkan persamaan isoterm Freundlich dengan cara dihubungkan $\log C_e$ dan $\log W$ untuk masing-masing jenis karbon (Ari Dwi Putranto dan M. Razif, 2006).

D. Analisa Data

1. Penentuan Kadar Air

$$Kadar\ air = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = (sampel + berat cawan kosong) – berat cawan kosong

b = (sampel + berat cawan kosong setelah pemanasan) –
berat cawan kosong

2. Penentuan Sisa Konsentrasi Akhir Fenol

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot C$$

Keterangan:

A = Absorbansi

ε = Epsilon fenol ($M^{-1}Cm^{-1}$)

b = Tebal kuvet (cm)

C = Konsentrasi akhir ($\frac{mg}{L}$)

3. Efisiensi Penyerapan Fenol

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

Keterangan:

E = Efisiensi Penyerapan (%)

C_o = Konsentrasi awal ($\frac{mg}{L}$)

C_e = Konsentrasi akhir ($\frac{mg}{L}$)

4. Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif

$$W = \frac{(C_o - C_e)}{m_{\text{karbon}}} x V$$

Keterangan:

W = Kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_o = Konsentrasi awal ($\frac{\text{mg}}{\text{L}}$)

C_e = Konsentrasi akhir ($\frac{\text{mg}}{\text{L}}$)

m_{karbon} = Kapasitas adsorpsi (g)

V = Volume adsorbat (L)

5. Isotherm Adsorpsi

a. Isotherm Langmuir

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{b \cdot k} + \frac{1}{b} \cdot C$$

Keterangan:

$\frac{1}{b}$ = slope

$\frac{1}{kb}$ = intersep

b. Isotherm Freundlich

$$\frac{x}{m} = k c^{\frac{1}{n}}$$

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log c$$

Keterangan:

$$y = \log \frac{x}{m}$$

$$x = \log c$$

$$a = \log k \text{ (intersep)}$$

$$b = \frac{1}{n} \text{ (slope)}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

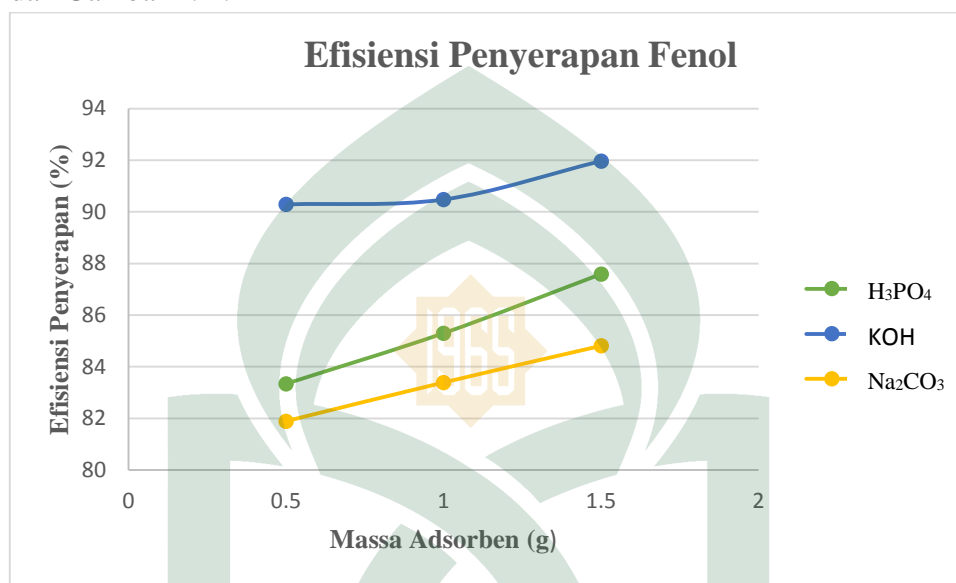
1. Kemampuan Adsorpsi Tempurung Kluwak

Pada penentuan efisiensi penyerapan fenol yang teradsorpsi digunakan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi awal 300 ppm, variasi massa dari masing-masing aktivator. Efisiensi penyerapan fenol yang mampu diserap oleh karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 4. 1

Tabel 4. 1. Efisiensi Penyerapan dan Kapasitas Adsorpsi Fenol

No.	Sampel (g)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi Penyerapan (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
1.	H ₃ PO ₄ 0,5	49,98	83,34	100,01
2.	H ₃ PO ₄ 1,0	44,10	85,30	51,18
3.	H ₃ PO ₄ 1,5	37,24	87,59	35,04
4.	KOH 0,5	29,12	90,29	108,35
5.	KOH 1,0	28,56	90,48	54,29
6.	KOH 1,5	24,08	91,97	36,79
7.	Na ₂ CO ₃ 0,5	54,06	81,89	98,38
8.	Na ₂ CO ₃ 1,0	49,82	83,39	50,04
9.	Na ₂ CO ₃ 1,5	45,58	84,81	33,93

Berdasarkan pada Tabel 4. 1, maka diperoleh grafik perbandingan antara efisiensi penyerapan fenol dan kapasitas penyerapan seperti pada Gambar 4. 1 dan Gambar 4. 2.

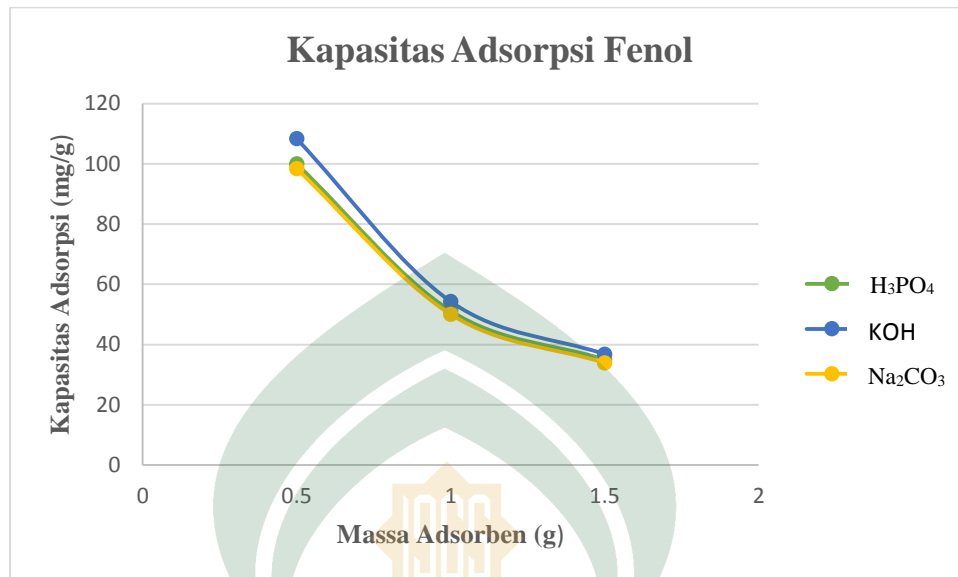


Gambar 4. 1. Efisiensi Penyerapan Fenol

Keterangan:

x : Massa adsorben (g)

y : Efisiensi penyerapan (%)



Gambar 4. 2. Kapasitas Adsorpsi Fenol

Keterangan:

x : Massa adsorben (g)

y : Kapasitas adsorpsi (mg/g)

Pada penentuan kadar air karbon dari tempurung kluwak dihitung sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi oleh masing-masing aktivator. Kadar air karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 4. 2.

Tabel 4. 2. Kadar Air Karbon Aktif

Kadar Air Sebelum Aktivasi (%)	Kadar Air Sesudah Aktivasi (%)		
	H ₃ PO ₄	KOH	Na ₂ CO ₃
2,62	2,39	2,26	2,52

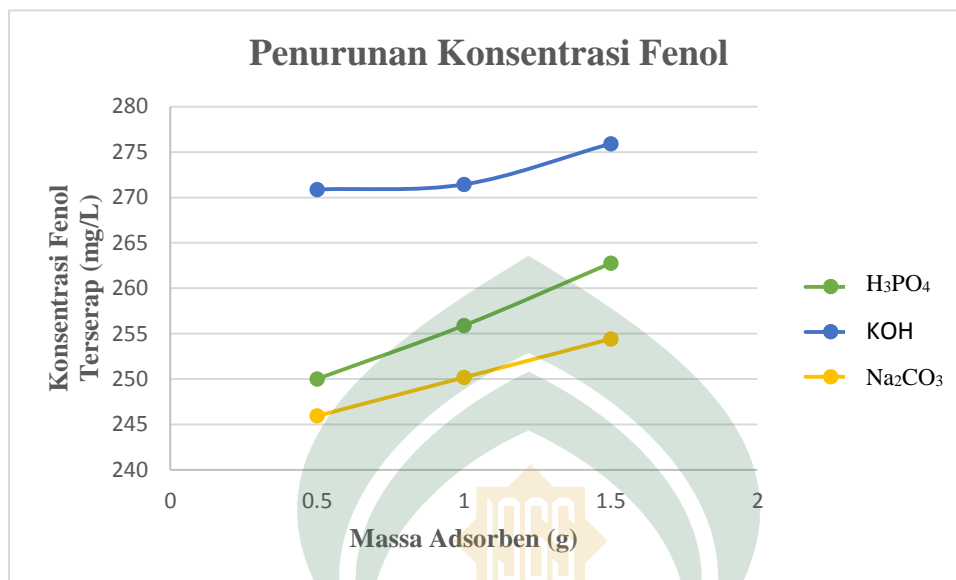
2. Pengaruh Variasi Massa dan Aktivator

Pada penentuan konsentrasi fenol yang teradsorpsi digunakan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi awal 300 ppm, variasi massa dari masing-masing aktivator. Konsentrasi fenol yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3. Fenol yang Teradsorpsi oleh Karbon Aktif Tempurung Kluwak

No.	Sampel (g)	Absorban	Konsentrasi Terserap (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1.	H ₃ PO ₄ 0,5	3,1353	250,02	49.98
2.	H ₃ PO ₄ 1,0	2,7611	255,90	44.10
3.	H ₃ PO ₄ 1,5	2,3286	262,76	37.24
4.	KOH 0,5	3,2279	270,88	29.12
5.	KOH 1,0	3,1683	271,44	28.56
6	KOH 1,5	2,6761	275,92	24.08
7	Na ₂ CO ₃ 0,5	3,1894	245,94	54.06
8	Na ₂ CO ₃ 1,0	2,8912	250,18	49.82
9	Na ₂ CO ₃ 1,5	2,6513	254,42	45.58

Berdasarkan pada tabel 4. 2, maka diperoleh grafik perbandingan konsentrasi fenol yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kluwak seperti pada Gambar 4. 3.



Gambar 4. 3. Penurunan Konsentrasi fenol

Keterangan:

x : Massa adsorben (g)

y : Konsentrasi fenol yang terserap (mg/L)

3. Model Isoterm Adsorpsi

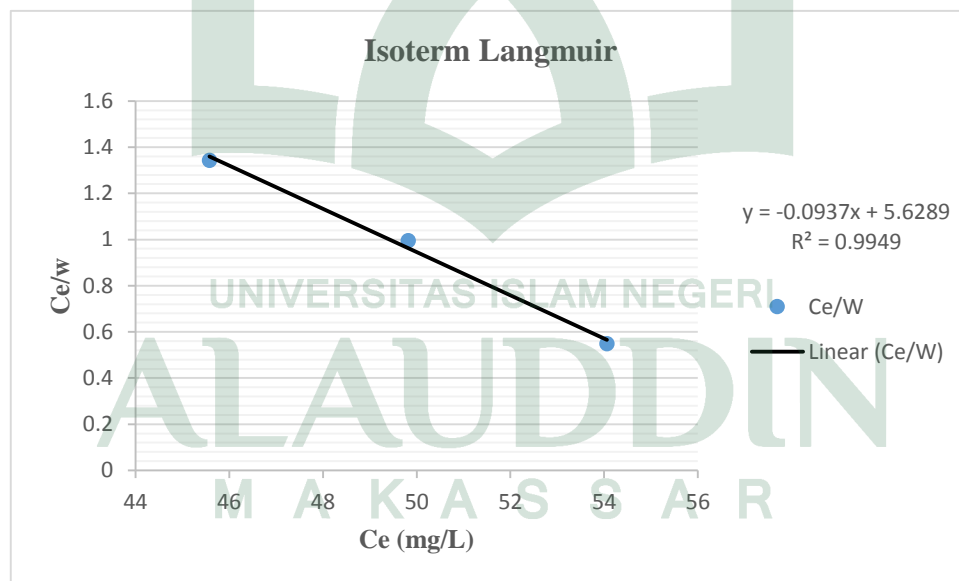
Penentuan isoterm adsorpsi karbon aktif tempurung kluwak dengan konsentrasi awal fenol 300 ppm dengan variasi massa dan aktivator. Isoterm adsorpsi karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel IV. 4.

Tabel 4. 4. Isoterm Adsorpsi (Langmuir dan Freundlich)

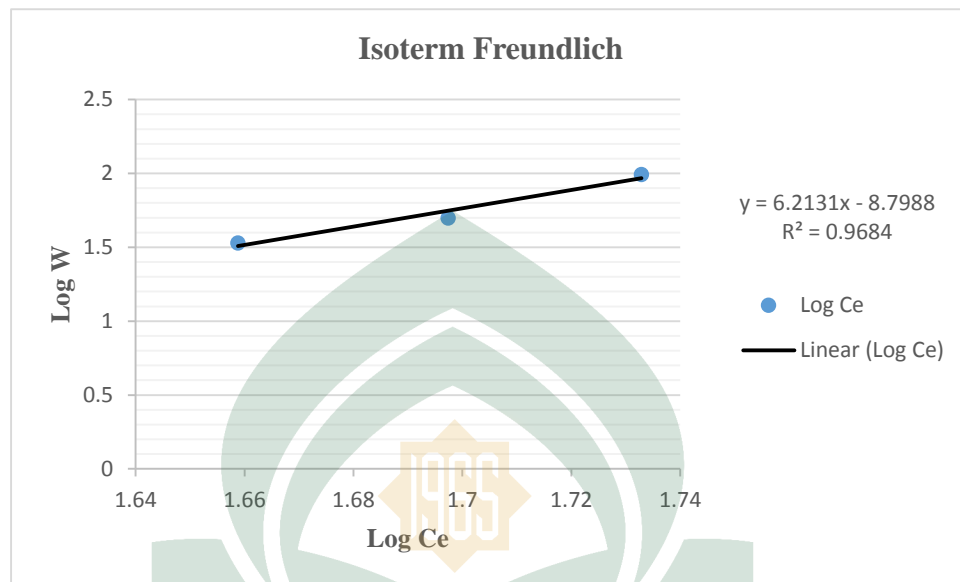
Sampel (g)	Abs	Co-Ce (mg/L)	Ce (mg/L)	W (mg/g)	Ce/W	Log Ce	Log W
H ₃ PO ₄ 0,5	3,1353	250,02	49,98	100,08	0,4998	1,6988	2,0000
H ₃ PO ₄ 1,0	2,7611	255,90	44,10	51,18	0,8617	1,6444	1,7091
H ₃ PO ₄ 1,5	2,3286	262,76	37,24	35,04	1,0629	1,5710	1,5445

KOH 0,5	3,2279	270,88	29,12	108,35	0,2688	1,4642	2,0348
KOH 1,0	3,1683	271,44	28,56	54,29	0,5261	1,4558	1,7347
KOH 1,5	2,6761	275,92	24,08	36,79	0,6545	1,3817	1,5657
Na ₂ CO ₃ 0,5	3,1894	245,94	54,06	98,38	0,5495	1,7329	1,9929
Na ₂ CO ₃ 1,0	2,8912	250,18	49,82	50,04	0,9957	1,6974	1,6993
Na ₂ CO ₃ 1,5	2,6513	254,42	45,58	33,93	1,3437	1,6588	1,5305

Berdasarkan pada tabel 4. 4, maka diperoleh grafik perbandingan isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich yang terbaik dapat dilihat Gambar 4. 4 dan Gambar 4. 5.



Gambar 4. 4. Isoterm Langmuir Aktivator Na₂CO₃



Gambar 4. 5. Isoterm Freundlich Aktivator Na_2CO_3

B. Pembahasan

1. Kemampuan Adsorpsi Tempurung Kluwak

Metode yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi fenol adalah metode adsorpsi, karena selain mudah dilakukan, efektivitasnya tinggi dan biaya yang diperlukan relatif murah. Pada proses adsorpsi, karbon aktif dari berbagai aktivator dicampurkan dengan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi 300 ppm. Pada penelitian ini digunakan fenol sebagai adsorbat karena limbah fenol ini sangat berbahaya bagi kehidupan dan biasanya limbah ini dihasilkan dari industri kecil hingga industri besar. Proses selanjutnya yaitu dilakukan pengadukan selama 1 jam dan disaring sehingga terjadi pemisahan antara filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis⁴². Pada

⁴²Ari Dwi Putranto, "Pemanfaatan Kulit Biji Mete untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Parameter Fenol", h, 40.

penelitian ini variabel tetap yang digunakan adalah konsentrasi aktivator, konsentrasi adsorbat, waktu pengadukan, pH aktivasi dan waktu aktivasi sedangkan variabel bebasnya adalah variasi aktivator dan massa adsorben.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada Gambar. 4. 1 (Hal. 30). Grafik tersebut menunjukkan hasil adsorbansi dari variasi aktivator dan massa adsorben. Aktivator yang paling banyak menurunkan konsentrasi fenol adalah aktivator yang bersifat basa dengan konsentrasi fenol akhir sebesar 24,08 mg/L jadi konsentrasi fenol yang diserap sebesar 275,92 mg/L pada massa 1,5 g. Berdasarkan grafik tersebut maka dapat diketahui bahwa masing-masing aktivator akan mengalami penurunan konsentrasi seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Semakin besar massa adsorben maka kemampuan adsorpsinya juga akan mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan penambahan massa adsorben akan meningkatkan jumlah total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan untuk mengikat adsorbat dalam proses adsorpsi.⁴³

Persen removal merupakan besarnya konsentrasi fenol yang terserap oleh karbon aktif per konsentrasi awal fenol sedangkan kapasitas adsorpsi adalah banyaknya jumlah adsorbat yang dapat di adsorpsi tiap gram karbon aktif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah aktivator yang efisiensi penyerapannya paling tinggi adalah aktivator yang bersifat basa sebesar 91,97% dengan massa karbon aktif 1,5 g dan berbanding terbalik dengan kapasitas adsorpsinya yang hanya mencapai 36,79 mg/g pada massa yang sama.

⁴³Anggit Restu P dkk, "Penurunan Kadar Phenol dengan Memanfaatkan Bagasse Fly Ash dan Chitin sebagai Adsorben", h, 7.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada Gambar. 4. 2 (Hal. 31). Grafik tersebut menunjukkan hasil efisiensi penyerapan dari variasi aktivator dan massa adsorben. Berdasarkan grafik tersebut maka dapat diketahui bahwa masing-masing aktivator akan mengalami kenaikan persen removal seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Dari hasil penelitian tentang pengaruh massa karbon aktif ini juga menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi semakin menurun dengan bertambahnya massa adsorben. Hal ini dikarenakan pada saat ada peningkatan massa adsorben maka ada peningkatan presentase nilai efisiensi adsorpsi dan penurunan kapasitas adsorpsi.⁴⁴

Salah satu sifat kimia dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar air. Pengujian kadar air dilakukan dengan memanaskan karbon aktif dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam lalu ditimbang sampai mencapai berat yang konstan⁴⁵. Berdasarkan tabel IV. 1 dapat dilihat bahwa pada karbon tempurung kluwak mengalami penurunan kadar air sesudah aktivasi. Hasil kadar air sebelum aktivasi sebesar 2,62%. Sesudah dilakukan aktivasi kadar air tempurung kluwak aktivator asam phosphat (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH) dan natrium karbonat (Na_2CO_3) secara berturut-turut sebesar 2,39%; 2,26% dan 2,52%.

Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi standar kualitas karbon aktif berdasarkan SII 0258-88 yaitu maksimal 15% untuk karbon aktif

⁴⁴Nurhasni, Florentinus Firdiyono dan Qosim Sya'ban, "Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif", h, 520.

⁴⁵Ari Budiono dkk, "Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam fosfat untuk Adsorpsi Fenol" (2008): h, 4.

bentuk serbuk⁴⁶. Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa pada saat karbonisasi air yang terikat pada bahan baku lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi. Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator. Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.⁴⁷

2. Pengaruh Variasi Massa dan Aktivator

Karbon aktif yang dibuat berasal dari tempurung kluwak yang telah dibersihkan dan dikeringkan untuk mengurangi kadar air. Selanjutnya, tempurung kluwak tersebut dimasukkan ke dalam drum atau kaleng yang telah dilubangi sebelumnya agar oksigen dapat masuk sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik. Setelah terbentuk karbon, proses selanjutnya adalah menghaluskan karbon tersebut menjadi ukuran 100 mesh. Hal ini dilakukan agar proses penyerapan adsorben terhadap adsorbat lebih cepat karena secara teoritis semakin kecil ukuran partikel, maka luas permukaan adsorben

⁴⁶Azhary H. Suret dkk, "Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri". Jurnal Teknik Kimia, vol. 2, no. 15 (2008): h, 18.

⁴⁷Gilar S. Pambayun, Remigius Y. E. Yulianto, M. Rachimoellah dan Endah M. M Putri, "Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah", h, 118.

akan bertambah luas sehingga akan lebih mudah terserap pada permukaan adsorben.⁴⁸

Proses aktivasi merupakan hal yang paling penting dalam pembuatan karbon aktif. Melalui proses aktivasi karbon akan memiliki daya adsorpsi yang semakin meningkat, karena karbon hasil karbonisasi biasanya masih mengandung zat yang masih menutupi pori-pori permukaan karbon⁴⁹. Waktu aktivasi memegang peranan penting dalam proses aktivasi. Jika waktu yang dibutuhkan terlalu sebentar, dikhawatirkan bahan aktivator tidak akan terlepas sempurna dari karbon aktif sedangkan jika terlalu lama maka struktur karbon adsorben rusak.⁵⁰

Pada penelitian ini aktivator yang di gunakan adalah aktivator yang bersifaf asam, basa dan garam. Pada saat perendaman larutan asam, basa dan garam akan teradsorpsi oleh karbon yang akan melarutkan *tar* dan mineral anorganik. Hilangnya zat tersebut dari permukaan karbon aktif akan menyebabkan semakin besar pori dari karbon aktif. Besarnya pori karbon aktif berakibat meningkatnya luas permukaan karbon aktif sehingga hal ini akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tersebut.

Kemampuan adsorpsi karbon aktif juga dipengaruhi oleh adanya gugus aktif dari karbon aktif. Aktivasi dengan aktivator tersebut akan memberikan pengaruh terhadap gugus aktif pada karbon aktif. Peningkatan gugus aktif terjadi

⁴⁸Nurhasni, Florentinus Firdiyono dan Qosim Sya'ban, "Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif", h, 518.

⁴⁹Ari Budiono dkk, "Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam fosfat untuk Adsorpsi Fenol", h, 4.

⁵⁰Sani, "Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut", h, 405.

karena adanya reaksi *ion exchange*, dimana gugus aktif dari aktivator yang menempel pada karbon aktif akan digantikan oleh gugus -OH pada pencucian dengan aquadest. Adanya gugus -OH ini menyebabkan permukaan karbon aktif bersifat hidrofilik sehingga molekul-molekul polar (senyawa organik) seperti fenol akan berinteraksi lebih kuat daripada molekul-molekul non polar.⁵¹

Pada penelitian ini digunakan variasi aktivator yang bersifat asam, basa dan garam. Pada aktivator asam digunakan asam fosfat (H_3PO_4) karena senyawa ini memiliki stabilitas termal dan karakter kovalen yang tinggi sehingga diharapkan aktivator ini dapat meningkatkan daya serap dan memaksimalkan potensi karbon aktif, selain itu aktivator ini berfungsi mengikat senyawa-senyawa pengotor bukan karbon yang menyebabkan pori pada karbon akan semakin terbuka⁵². Aktivator yang bersifat basa yang digunakan adalah kalium hidroksida (KOH) karena aktivator ini merupakan basa kuat sehingga dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon seperti volatil dan *tar* karena itu karbon yang dihasilkan akan lebih berpori. Aktivator yang bersifat garam digunakan adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) karena aktivator ini juga dapat menghilangkan zat-zat pengotor yang ada pada karbon.⁵³

⁵¹Ari Budiono dkk, “Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam fosfat untuk Adsorpsi Fenol”, h, 4.

⁵²Apria Widyastuti dkk, “Pembuatan karbon Aktif dari tempurung Kluwak “. Jurnal Kimia Lingkungan, vol. 2, no. 1 (2013): h, 31.

⁵³Sunardi dan Nurliani, “Pemanfaatan Arang Aktif Sekam Padi dengan Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3) 5% untuk Mengurangi Kadar Besi (Fe) dalam Air Ledeng” (2004): h, 100.

3. Model Isoterm Adsorpsi

Tujuan menggunakan isoterm Freundlich dan Langmuir adalah untuk mendapatkan persamaan kesetimbangan yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar massa adsorbat yang dapat di adsorpsi oleh adsorben. Isoterm Freundlich digunakan dengan asumsi bahwa lapisan multilayer yang ikatan antara adsorben dengan adsorbatnya terjadi karena gaya Van der Waals sehingga ikatannya tidak terlalu kuat sedangkan isoterm Langmuir digunakan dengan asumsi bahwa lapisan yang terbentuk adalah lapisan monolayer yang ikatan adsorben dengan adsorbatnya cukup kuat karena terbentuknya suatu ikatan kimia. Untuk mengetahui persamaan isoterm yang akan digunakan dalam penentuan kapasitas adsorpsi adsorben terhadap fenol, maka dilakukan perhitungan dan pengeplotan data dengan menggunakan masing-masing persamaan isoterm. Kemudian akan dipilih persamaan yang akan menghasilkan garis regresi yang paling linear dengan konstanta regresi linear (R^2) yang terbesar.⁵⁴

Berdasarkan gambar 4. 4 (Hal. 34) dan gambar 4.5 (Hal. 35) dapat dilihat bahwa adsorpsi fenol dengan menggunakan tempurung kluwak mengikuti persamaan isoterm Langmuir, hal tersebut dapat dilihat dari nilai regresi yang paling besar yang diperoleh pada aktivator natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan $R=0,9949$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini cenderung mengikuti persamaan Langmuir yang mengasumsikan bahwa adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia yang membentuk lapisan

⁵⁴Anggit Restu P dkk, "Penurunan Kadar Phenol dengan Memanfaatkan Bagasse Fly Ash dan Chitin sebagai Adsorben", h, 8.

monolayer dan karbon aktif yang digunakan mempunyai luas permukaan yang sangat besar sehingga molekul fenol sudah dapat teradsorpsi semua hanya dengan membentuk satu lapisan.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Karbon aktif tempurung kluwak memiliki kemampuan dalam menurunkan fenol sebesar 91,97%.
2. Aktivator yang paling baik adalah aktivator kalium hidroksida (KOH) dengan massa karbon aktif sebesar 1,5 g.
3. Model isoterm yang sesuai digunakan dalam pengolahan limbah fenol menggunakan karbon aktif tempurung kluwak ini adalah model isoterm Langmuir.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, adapun saran yang dapat diberikan sebagai tindak lanjut dari penelitian ini antara lain:

1. Perlu dilakukan penambahan variasi konsentrasi adsorbat dan variasi konsentrasi dari aktivator agar dapat diketahui kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tempurung kluwak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan adsorpsi dari tempurung kluwak terhadap polutan yang berbeda.

KEPUSTAKAAN

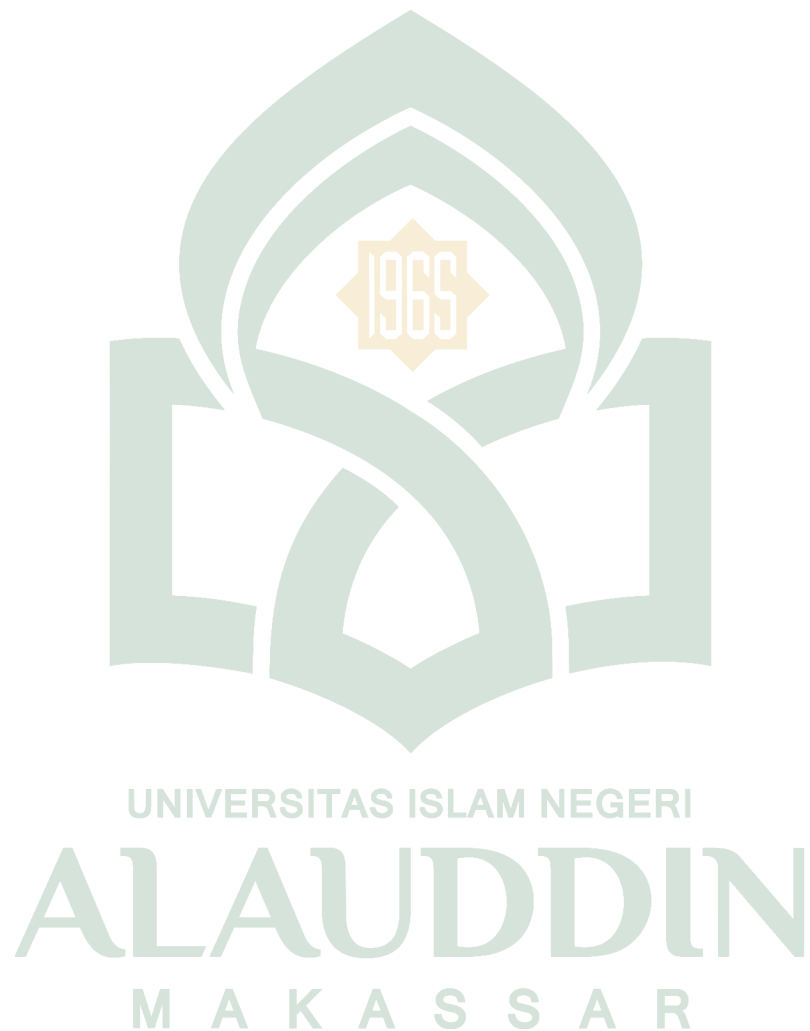
- Asbahani. "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur". *Jurnal Teknik Sipil Untan*, vol. 13, no. 1 (2013): h. 105-114.
- Atkins, P.W. *Kimia Fisika jilid 2 edisi ke-4*. Jakarta: Erlangga. 1996.
- Budiono, Ari dkk. "Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol", (2008): h. 1-12.
- Cahyono, Ari Dwi dan Tuhi Agung R. "Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Fenol dan Klorofenol dalam Perairan". *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 4, no. 1 (2010): h. 1-9.
- Departemen Agama RI. *Al-Qur'an Tajwid dan Terjemahnya*. Jakarta: PT. Assyamil Media, 2006.
- Dwi Putranto, Ari dan M. Razif. "Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol". *Jurnal Purifikasi*, vol. 6. No. 1 (2006): h. 37-42.
- Edahwati, Luluk. "Penurunan Limbah Phenol dengan Menggunakan Arang Aktif Bagasse dan Tempurung Kelapa". *Chemical Engineering* (2009): h. 1-4.
- Fessenden, Ralph. J dan Joan. S. Fessenden. *Organic Chemistry*. Terj. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga, 1982.
- Handayani, Murni dan Eko Sulistiyono. "Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (IV) oleh Zeolit" (2009): h. 130-136.
- Harborne, J. B. *Phytochemical Methods*. Terj. Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: ITB, 1987.
- Hendayana, Sumar. *Kimia Analitik Instrumen*. Bandung: IKIP, 1990.
- Idrus, Rosita, dkk. "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa". *Prisma Fisika*, vol. 1, no. 1 (2013): h. 50-55.

- Juliandini dan Fithrianita. "Uji Kemampuan Karbon Aktif dari Limbah Kayu dalam Sampah Kota untuk Penyisihan Fenol". *JAI*, vol. 4, no. 1 (2008): h. 28-37.
- Langenati, Ratih, dkk. "Pengaruh Jenis Adsorben dan Konsentrasi Uranium Terhadap Pemungutan Uranium dari Larutan Uranil Nitrat". *Jurnal Teknik Bahan Nuklir*, vol. 8, no. 2 (2012): h. 95-104.
- Meisrilestari, Yessy, dkk. "Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia dan Fisika-Kimia". *Konversi*, vol. 2, no. 1 (2013): h. 46-51.
- Mifbakhuddin. "Uji Kemampuan Tempurung Kluwak Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol". *Eksplanasi*, vol. 5, no. 1 (2010): h. 1-11.
- Moertinah, Sri. "Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi". *Jurnal Riset*, vol. 1, no. 2 (2010): h. 104-114.
- Nurdiansyah, Haniffuddin dan Dian Susanti. "Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitas EDLC". *Jurnal Teknik Pomits*. vol. 2, no. 1 (2013): h. 1-14.
- Nurgroho, Rudi, dkk. "Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Uang Kertas (Utas) Menggunakan Proses Biologis Anaerob". *JAI*, vol. 4, no. 1 (2008): h. 28-37.
- Nurhasni, dkk. "Penyerapan Ion Aluminium dan besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif". *Valensi*, vol. 2, no. 4 (2012): h. 516-525.
- Pambayun, Gilar. S, dkk. "Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapaa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah". *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 1 (2013): h. 116-120.
- Panji, Tri. "*Teknik Spektroskopi untuk Elusidasi Struktur Molekul*, Edisi. I, Cet. I; Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.
- Ratna, Khairunisa. "Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol Dalam Air", (2008): h. 10-26.

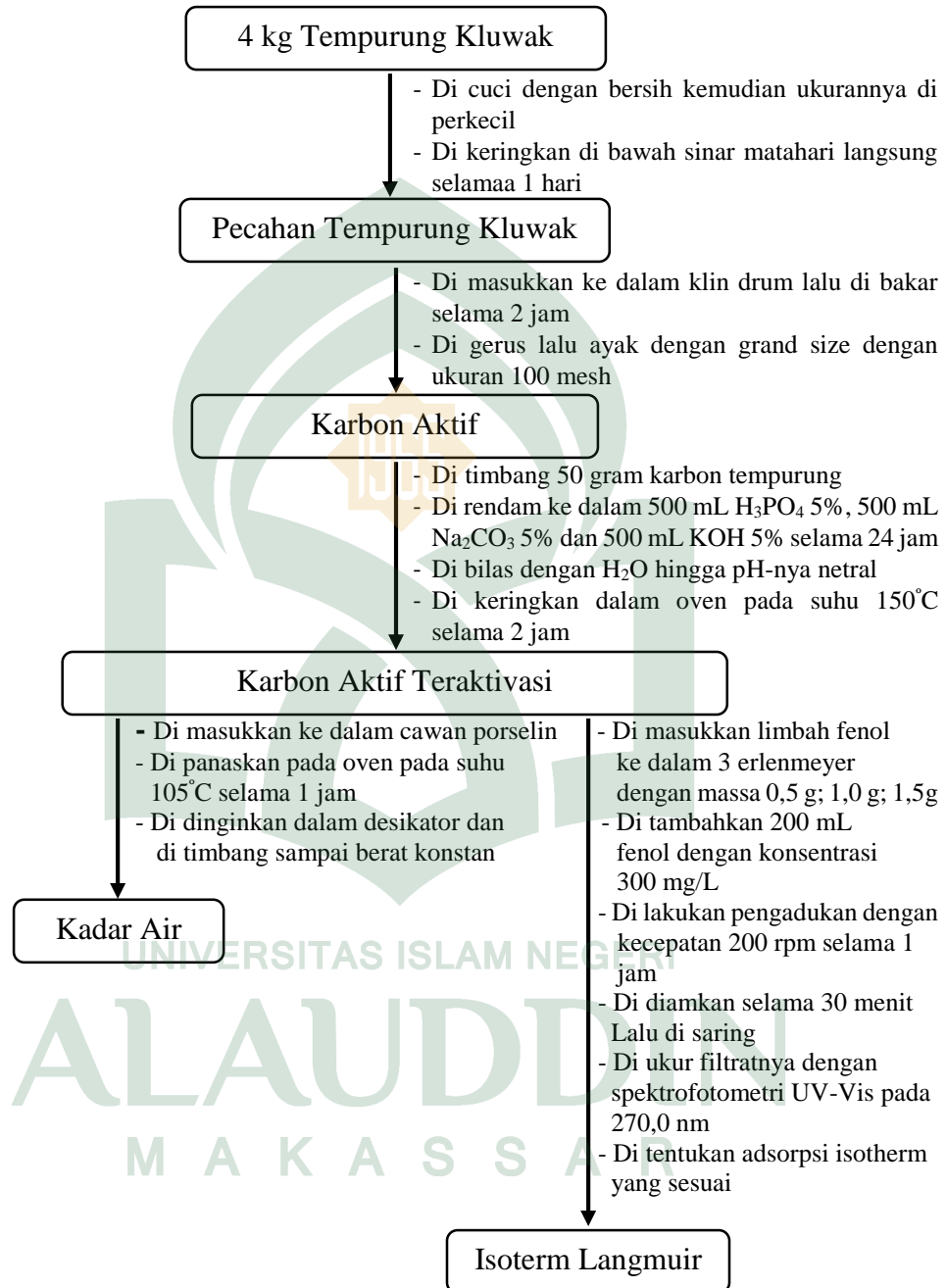
- Restu P, Anggit, dkk. "Penurunan Kadar Phenol dengan Memanfaatkan Bagasse Fly Ash dan Chitin sebagai Adsorben" (2009): h. 1-12.
- Sahraeni, Siti. "Oksidasi Partial sebagai Proses Karbonisasi pada Pembuatan Biobriket dari Tempurung Kluwak". *Media Perspektif*, vol. 11, no. 1 (2011): h. 43-60.
- Sani. "Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut". *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 5, no. 1 (2011): h. 400-406.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah (Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an)* Volume V, Lentera Abadi: Jakarta, 2010.
- Sri Irianty, Rozanna. "Pembuatan Arang Aktif dari Arang Sisa Pembuatan Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia-Fisika", (2010): h. 1-10.
- Sudarja dan Novi Caroko. "Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, vol. 14, no. 1 (2012): h. 50-58.
- Sukandar, Dede, dkk. "Identifikasi dan Penentuan Kadar Senyawa Fenol pada Sedimen Tambak di kabupaten Sidoarjo" (2007): h. 163-170.
- Sunanto, Hatta. *Budidaya Pucung: Usaha Produksi Kluwak dan Minyak Kepayang*, Cet. III; Yogyakarta: Kanisius, 1993.
- Surest, Azhary, dkk. "Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri". *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 2, no. 15 (2008): h. 17-21.
- Syauqiah, Isna, dkk. "Penurunan Limbah Fenol dengan Menggunakan Arang Aktif Bagasse dan Tempurung Kelapa". *Info Teknik*, vol. 12, no. 1 (2011): h. 10-16.
- Widyastuti, Apria, dkk. "Pembuatan Karbon Aktif dengan Tempurung Kluwak Terhadap Fenol". *Jurna Kimia Lingkungan*, vol. 2, no. 1 (2013): h. 30-33.
- Wijanarko, Utut. "Nilai Kalor Minyak Nabati dari Buah kepayang" (2013): h. 1-28.
- Wirawan, Teguh. "Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif dari Tempurung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L*)". *Mulawarman Scientifie*, vol. 2, no. 1 (2012): h. 19-28.

Zultiniar dan desi Heltina. “Kesetimbangan Adsorpsi Senyawa Fenol dengan Tanah Gambut” (2010): h. 1-11.

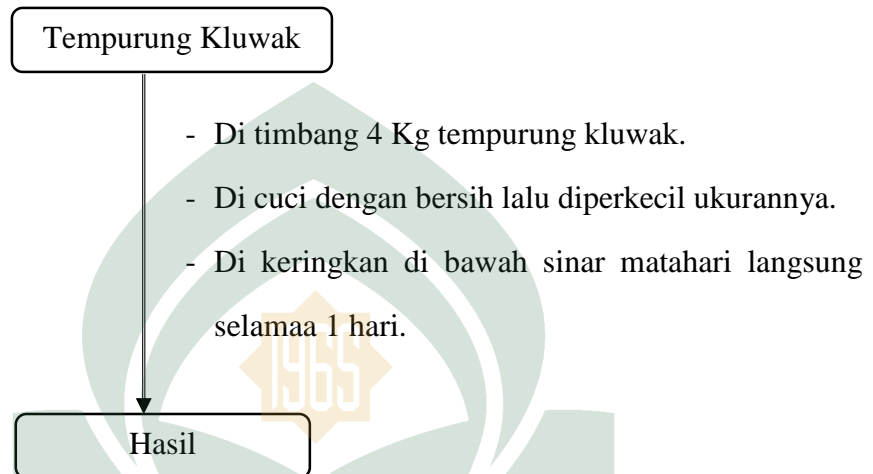
Zultiniar dan Silvia Reni Yenti. “Adsorpsi Fenol dengan Adsorben Kitin”. *J. Pilar Sains*. vol. 2, no. 1 (2011): h. 38-42.



Lampiran 1: Skema Kerja



Lampiran 2: Preparasi Sampel



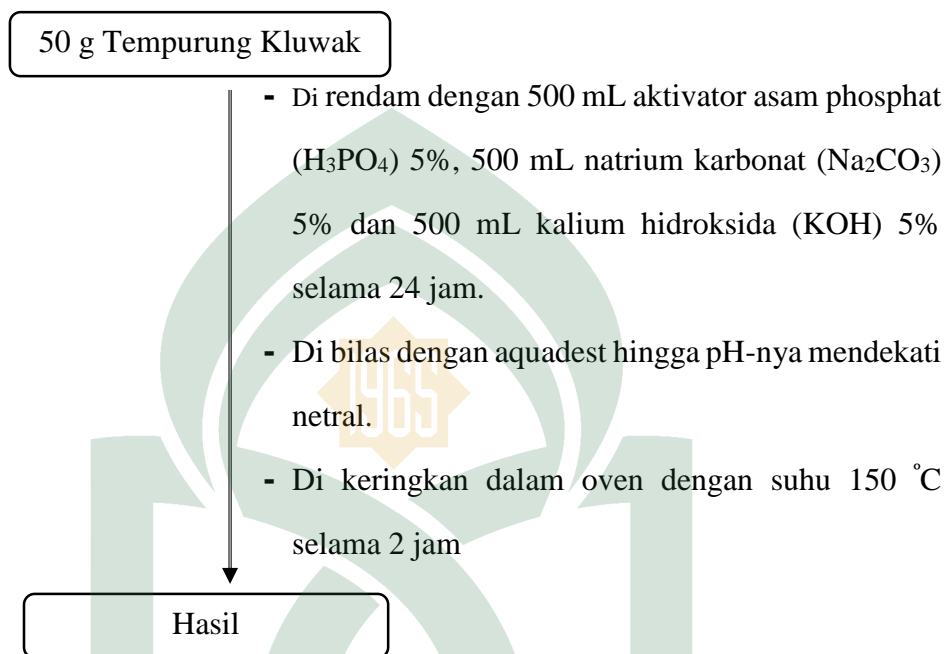
Lampiran 3: Pembuatan karbon

Pecahan Tempurung Kluwak

- Di masukkan ke dalam klin drum lalu dibakar selama 2 jam lalu didinginkan.
- Di gerus hingga halus lalu ayak dengan grand size dengan ukuran 100 mesh.

Hasil

Lampiran 4: Aktivasi Karbon Aktif



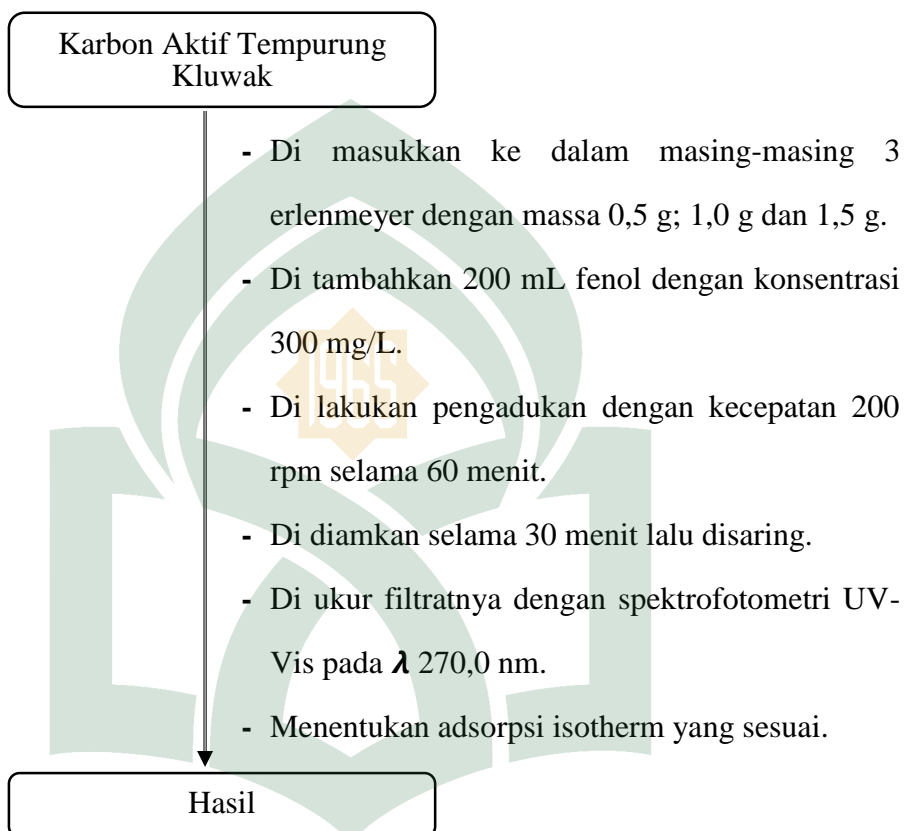
Lampiran 5: Penentuan Kadar Air

1 g Karbon Aktif Tempurung
Kluwak

- Di masukkan ke dalam cawan porselin
- Di panaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Di dinginkan dalam desikator dan di timbang sampai berat konstan.

Hasil

Lampiran 6: Pengujian Karbon Aktif Terhadap Fenol



Lampiran 7: Pembuatan Larutan

1. Larutan Aktivator Asam Phosphat (H_3PO_4) 5 %

$$\%_1 \times V_1 = \%_2 \times V_2$$

$$98\% \times V_1 = 5\% \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{5\% \times 500 \text{ mL}}{98\%}$$

$$V_1 = \frac{2500\% \times \text{mL}}{98\%}$$

$$V_1 = 25,51 \text{ mL}$$

2. Larutan Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) 5 %

$$\frac{b}{v} \times \% = \frac{b}{v} \times 100 \%$$

$$5\% = \frac{b}{500 \text{ mL}} \times 100 \%$$

$$b = \frac{5\% \times 500 \text{ mL}}{100\%}$$

$$b = 25 \text{ gram}$$

3. Larutan Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 300 ppm

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$300 \text{ ppm} = \frac{\frac{\text{mg}}{\frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}}}{1000 \text{ mL}}$$

$$300 \text{ ppm} = \frac{\text{mg}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = \frac{300 \text{ mg/L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = 300 \text{ mg}$$

$$\text{mg} = 0,3 \text{ gram}$$

Lampiran 8: Penentuan Kadar Air

1. Kadar Air Sebelum Aktivasi

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \frac{a - b}{a} \times 100\% \\
 &= \frac{(61,8814 - 60,88145) - (61,8552 - 60,88145)}{(61,8814 - 60,88145)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,99995 - 0,97375}{0,99995} \times 100\% \\
 &= \frac{0,02620}{0,99995} \times 100\% \\
 &= 0,026201 \times 100\% \\
 &= 2,62 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

a = (sampel + berat cawan kosong) – berat cawan kosong

b = (sampel + berat cawan kosong setelah pemanasan) –
berat cawan kosong

2. Kadar Air Setelah Aktivasi

a. Asam Phospat (H_3PO_4)

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \frac{a - b}{a} \times 100\% \\
 &= \frac{(59,9200 - 58,9202) - (59,89615 - 58,9202)}{(59,9200 - 58,9202)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,9998 - 0,97595}{0,9998} \times 100\% \\
 &= \frac{0,02385}{0,9998} \times 100\% \\
 &= 0,023845 \times 100\% \\
 &= 2,39\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 9: Penentuan Sisa Konsentrasi Fenol

1. Karbon Aktif Aktivator Asam Phosphat (H_3PO_4)

a. Untuk Massa 0,5 g

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot C$$

$$C = \frac{A}{\varepsilon \cdot b}$$

$$= \frac{3,1353}{(6200 \text{ M}^{-1}\text{Cm}^{-1})(1 \text{ Cm})}$$

$$= \frac{3,1353}{6200 \text{ M}^{-1}}$$

$$= 0,00051 \text{ M}$$

$$= 0,00051 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times Mr \text{ H}_3\text{PO}_4$$

$$= 0,00051 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 0,04998 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$= 49,98 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Lampiran 10: Efisiensi Penyerapan Karbon Aktif Tempurung Kluwak

1. Efisiensi Penyerapan Fenol

a. Aktivator Asam Phosphat (H_3PO_4)

1. Untuk massa 0,5 g

$$E = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100 \%$$

$$E = \frac{300 - 49,98}{300} \times 100 \%$$

$$E = \frac{250,02}{300} \times 100 \%$$

$$E = 83,34 \%$$

2. Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Tebu

a. Aktivator Asam Phosphat (H_3PO_4)

1. Untuk massa 0,5 g

Konsentrasi Terserap

$$(C_o - C_e) = 300 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 49,98 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$(C_o - C_e) = 250,02 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$W = \frac{(C_o - C_e)}{m_{\text{karbon}}} \times V$$

$$W = \frac{250,02 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{0,5 \text{ g}} \times 0,2 \text{ L}$$

$$W = 500,04 \times 0,2 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$$

$$W = 100,01 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$$

Lampiran 11: Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich

1. Isoterm Langmuir

a. Aktivator Asam Phospat (H_3PO_4)

$$y = -0,0438x + 2,7249$$

Persamaan umum: $\frac{C_e}{W} = \frac{1}{b \cdot k} + \frac{1}{b} \cdot C$

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{b \cdot k} + \frac{1}{b} \cdot C$$

$$\frac{1}{b} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{b} = -0,0438$$

$$b = \frac{1}{-0,0438}$$

$$b = -22,8311$$

$$\text{intersep} = \frac{1}{kb} = 2,7249$$

$$\frac{1}{k} = -\frac{2,7249}{\frac{1}{b}}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{2,7249}{-0,0438}$$

$$2,7249 \times k = -0,0438$$

$$k = \frac{-0,0438}{2,7249}$$

$$k = -0,0161$$

2. Isoterm freundlich

a. Aktivator Asam Phospat (H_3PO_4)

$$y = 3,4895x - 3,9648$$

Persamaan Freundlich:

$$\frac{x}{m} = kc^{\frac{1}{n}}$$

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log c$$

$$y = \log \frac{x}{m}$$

$$x = \log c$$

$$a = \log k \text{ (intersep)}$$

$$b = \frac{1}{n} \text{ (slope)}$$

$$\frac{1}{n} = 3,4895$$

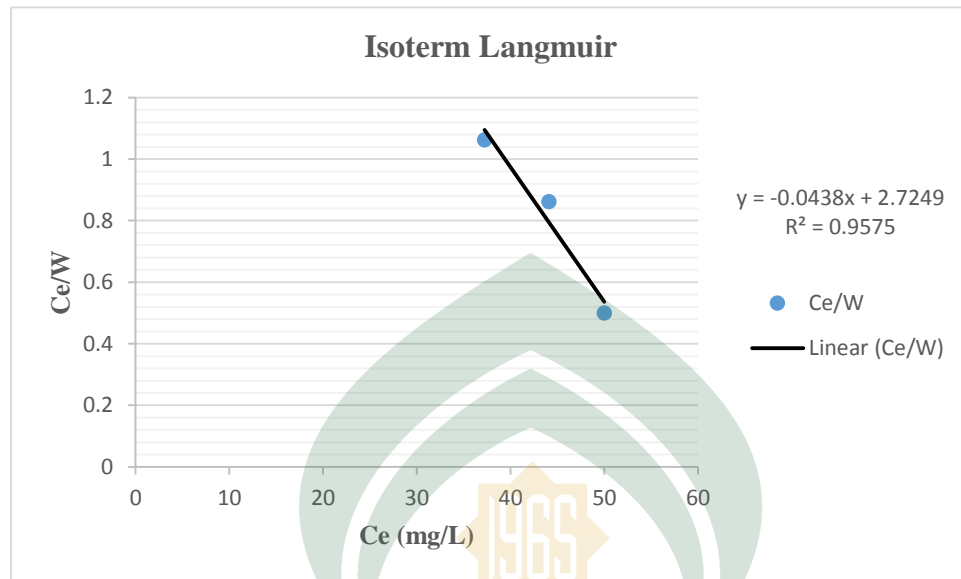
$$n = \frac{1}{3,4895}$$

$$n = 0,2866$$

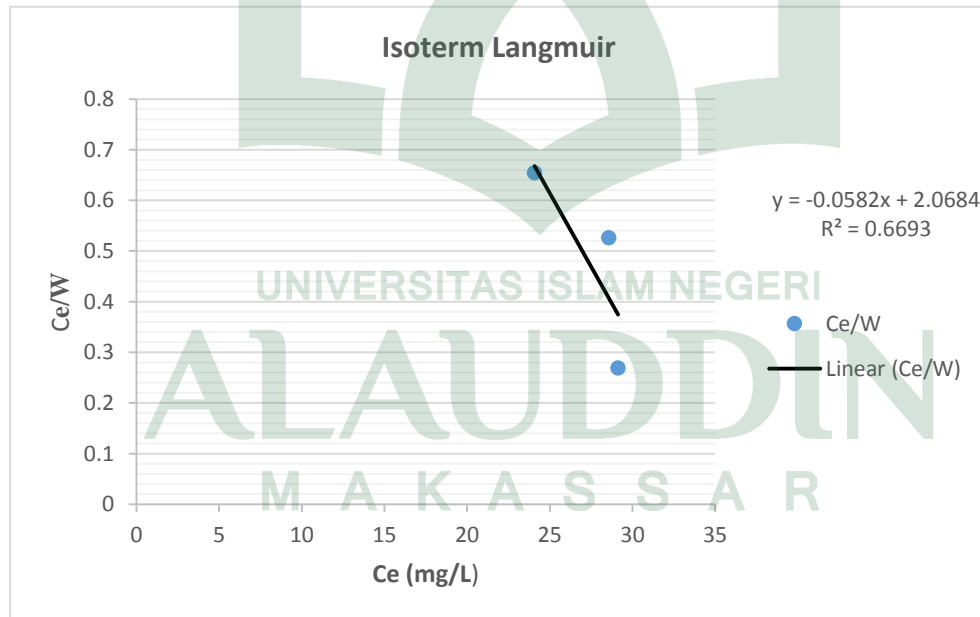
$$\log k = a$$

$$\log k = -3,9648$$

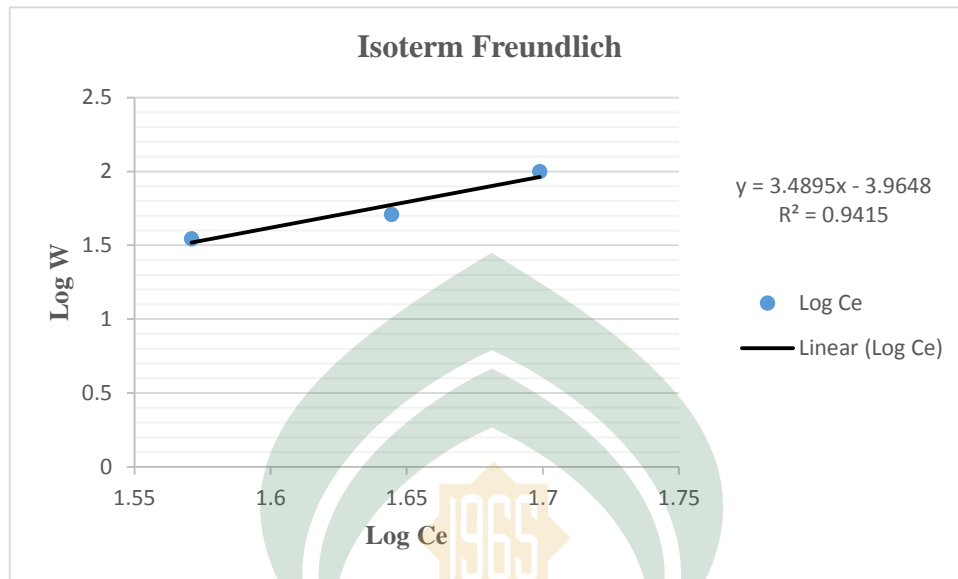
$$k = 1,12 \times 10^{-4}$$



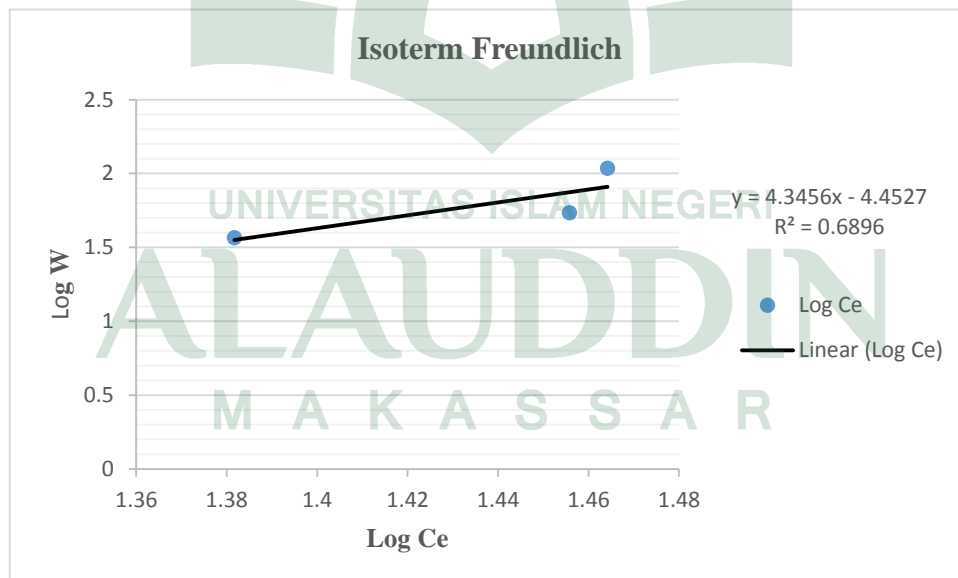
Isoterm Langmuir Aktivator H_3PO_4



Isoterm Langmuir Aktivator KOH



Isoterm Freundlich Aktivator H_3PO_4



Isoterm Langmuir Aktivator KOH

Lampiran 8: Gambar Penelitian



Sampel Tempurung Kluwak



Pecahan sampel



Proses Klim Drum



Karbon Tempurung Kluwak



Proses Grand size



Karbon 100 mesh



Karbon Aktif



Proses Oven



Proses Penyaringan



Pengukuran pH



Pencampuran Larutan



Proses Shaker



Penyaringan Setelah Shaker



Residu



Filtrat

RIWAYAT HIDUP



Abdul Rahman Arif panggilan Arie lahir di Sungguminasa pada tanggal 04 Juli 1989 dari pasangan suami istri Bapak Muh Arif dan Syarifah. Peneliti adalah anak kelima dari enam bersaudara. Peneliti sekarang bertempat tinggal di Jl. Mustafa Dg Bunga, No. 91 Sungguminasa Kabupaten Gowa.

Pendidikan yang telah ditempuh oleh peneliti yaitu SD Negeri Pacinongang tahun 2004, SLTP Negeri 3 Sungguminasa lulus tahun 2007, SMA Negeri 10 Makassar lulus tahun 2010, dan pada tahun yang sama pula melalui jalur SNM-PTN, peneliti melanjutkan pendidikan Program S1 Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Peneliti tercatat sebagai Asisten Laboratorium Kimia sejak tahun 2012 s/d 2014. Peneliti juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Kimia dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Sains dan Teknologi.